

PÓTFÜZETEK  
A  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLÖNYHÖZ.

KIADJA

A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

MEGINDÍTOTTA SZILY KÁLMÁN.

WARTHA VINCZE

KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL SZERKESZTETTE

GORKA SÁNDOR ÉS ILOSVAY LAJOS.

LXXXI—LXXXIV. PÓTFÜZET.

18 RAJZZAL.

AZ 1906. ÉVI, XXXVIII. KÖTETHEZ.

BUDAPEST.

KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

(Budapest, VIII., Eszterházy-utca 16. szám.)

1906.



# TARTALOMJEGYZÉK.

---

## NAGYOBB CZIKKEK.

- BARTUS ADOLF. Az összehasonlítás elve a fizikában (Dr. E. Mach művéből) 33.  
BERNÁTSKY JENŐ. A magyar fehér szappangyökér meghatározása (ábrával) 19.  
DALMADY ZOLTÁN. A rokonok közötti házasságról 145.  
GÁSPÁR KÁROLY. Újabb talajelemző eljárások, tekintettel a gazdaközönség igényeire 170.  
HEGYFÖKY KABOS. Az eső napközben 74.  
JÁMBOR JÓZSEF. A levegő nitrogénjének értékesítéséről 123.  
IFJ. KONKOLY THEGE MIKLÓS. A felhők (5 ábrával) 1.  
KÖVESSI FERENCZ. A fák növekedéséről 173.  
LAKITS FERENCZ. A geofizika jelenlegi problémái (George F. Becker beszéde az 1904. szeptember 21-iki nemzetközi kongresszuson St.-Louisban) 25.  
MAURITZ BÉLA. Az eruptív kőzetek képződéséről 176.  
PAP JÁNOS. Az agyag képződése 94. — Az agyag tulajdonságai 152.  
SAJÓ KÁROLY. A rovarok feketével tarkázott piros védőszíne 63.  
SEIDL OTTÓ. A kolloid fémekről 161.  
'SIGMOND ELEK. Az enzimekről 112.  
SOÓS LAJOS. A korcsok formálódásának törvénye (2 rajzzal) 103.  
SZILÁRD BÉLA. Az emberi szervezet sugárzás jelenségei 118.  
TUZSON JÁNOS. A növényanatómia mai állásáról 49.  
ZEMPLÉN GYÓZÓ. A tömeg állandósága chemiai átalakulásoknál (3 rajzzal) 80.

## KISEBB CZIKKEK.

Austerweil Géza, ifj. Csopey László, Gorka Sándor, Hüttl Ernő, Ilosvay Lajos, Jámbor József, Márkus Jenő, Schilberszky Károly, 'Sigmond Elek, Sz. Szathmáry László, Szilárd Béla, Zemplén Győző és Zimmermann Ágoston-tól.

---

## TÁRGYJEGYZÉK.

**I. Az állattan köréből:** Az állatok téli alvása (ábrával) 42. — A rovarok feketével tarkázott piros védő színe 63. — A juhok körömcsovérő (1 rajzzal) 137.

**II. A chemia, ásvány- és földtan köréből:** A geofizika jelenlegi problémái 25. — Az agyag képződése 94. — Az enzimekről 112. — A levegő nitrogénjének értékesítéséről 123. — A szén vegyületei oxigénnel 127. — Az ásványok gáztartalmáról 129. — A lipáz gyakorlati alkalmazása 135. — A grafit mesterséges előállításáról 144. — Az agyag tulajdonságai 152. — A kolloid fémekről 161. — Újabb talajelemző eljárások, tekintettel a gazdaközönség igényeire 170. — Az eruptív kőzetek képződéséről 176. — Aranytermelés cýán-káliummal 180. — A fémek desztillálása 183. — Átmenet faopálból kvarczba 190. — A rádium és uránium viszonyos mennyisége a radioaktív ásványokban 191.

**III. Az élettan köréből:** A szublimát és a pokolkő nagy mérgező hatásának magyarázata 46. — A korcsok formálódásának törvénye (2 rajzzal) 103. — Az emberi szervezet sugárzásjelenségei 118. — Az erjesztő gomba a gyógyászatban 132. — A czellulóz emésztése és értékesítése 141. — A rokonok közötti házasságról 145. — A dohányfüst élettani hatása 188.

**IV. A fizika köréből:** A felhők (5 ábrával) 1. — Az összehasonlítás elve a fizikában 33. — A tantál- és szénszálas lámpa összehasonlítása 48. — Az eső napközben 74. — A tömeg állandósága chemiai átalakulásoknál (3 rajzzal) 80. — A látható színekép kibővítéséről 140. — Erősen mágnesezhető ötvözetek 186. — A Röntgen-sugarak sebessége 187.

**V. A növénytan köréből:** A magyar fehér szappangyökér meghatározása (ábrával) 19. — A zárvatermő növények származása 45. — Symbiosis a Lolium-magvakban 47. — A növényanatómia mai állásáról 49. — A fák növekedéséről 173.

---

**Megjegyzés.** A tartalom betűrendes jegyzéke a Természettudományi Közlöny XXXVIII-ik kötetének tárgymutatójába van beosztva.



Megjelenik évenként  
négy füzetben, há-  
rom nagy nyolczadrét  
ívnyi tartalommal;  
időnként szövegközi  
ábrákkal illusztrálva.

# PÓTFÜZETEK

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉV NEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a tár-  
sulat tagjai évi 2 K.  
ráfizetéssel kapják;  
előfizetési ára, a Ter-  
mészettud. Közlöny-  
nyel együtt, 12 K.

XXXVIII. KÖTETHEZ.

1906. FEBRUÁRIUS

1. (LXXXI. PÓTFÜZET.)

### A felhők.

#### I. A felhőfajták és keletkezésök.

A görög és római mithologia a haragvó, leghatalmasabb istent a felhők közé helyezi és legfélelmetesebb sujtó fegyverképen a mennykövet adja kezébe. Mikor hirtelen növekedő, vészterhes zivatarfelhőt látunk közeledni, a melynek koronáját fényes fehér fátyol övezi körül, alul a fekete tűzhelyből pedig vakító villámok törnek elő, azután hirtelen elsötétül az ég és rettenetes zúgással tör ki a vihar: el kell ismernünk, hogy emberi képzelet fenségesebb köntösbe nem öltöztethette volna a haragvó Jupitert.

De nemsokára látjuk, hogy a vészes fürgeteg szétoszolik; felhőfoszlányok tartják a szivárvány ívét az ég egyik oldalán, a másíkról pedig mosolygó napsugár özönlik alá a pusztulás színhelyére. Valóban a felhők, a ködös országos esőt hozó rétegfelhők, a félelmes, fekete zivatarfelhők és a rózsaszínű, szelíd, bájos bárányszerű felhők hű jelképei lehetnének Jupiter nagy lelki hullámainak is.

Ám a felhő nem valami állandó dolog; inkább csak ideig-óráig tartó állapota a dolgoknak; láthatatlanból keletkezik és láthatatlanná válik megint, és e közben minden pillanatban minden ízében folyton változva, mindenféle alakot ölthet a térben és fölveheti a szivárványnak minden színét. Mégis, minthogy a felhők keletkezése és további fejlődése a légkörben végbemenő és gyakran ismétlődő bizonyos változások szüleménye: akármilyen szeszélyes alakot öltsenek is, van bennök bizonyos rendszer.

Hideg időben meglátszik a lehelet; egy kis felhőt fúvunk ki orrunkon és szájunkon. A tüdőben a beszívott levegő igen nagy felszínen érintkezik a nyálkahártyával, felveszi a test hőmérsékletét és egyuttal sok vízgőzt is vesz magába. A kilehelt levegő a külső levegővel keveredik. Ha a keverék hőmérséklete a harmatpont alatt van, a vízgőznek egy része lecsapódik.

A párák rendszeren szilárd testekre csapódnak le, még pedig nemcsak a harmat képződésekor, hanem a köd- és a felhőképződés esetében

is. A levegőben lebegő apró porszemecskék a sűrűsödésnek mintegy a magvát teszik, a melyen azután a kis vízcsepp kifejlődik. E porszemek nélkül a 100%-on túl erősen túltelített levegőből sem csapódnak le a párák.\* Városok légkörében pedig, és számtalan esetben máshol is, a hol sok füst, só, és savszemecske fordul elő, nem ritka az ellenkező eset, hogy e szemecskék a vizet cseppfolyós állapotban lekötve tartják még akkor is, mikor a levegő páratartalma 100%-on jóval alul van.

A kis vízszemecskék külső héjának igen nagy a felszíni feszültsége és jelentékeny erővel tartják meg gömb-alakjokat. Találtak 0.001, sőt 0.0001 mm-nél kisebb vízgömböcskéket is a ködben. Ezek a cseppcsekkék majdnem mint szilárd, kemény testek viselkednek, nem tapadnak semmihez és egymáshoz sem. Az ilyen ködszemecskék lepattannak a tárgyról és nem nedvesítik meg őket. A gömböcskékhöz kívülről még sűrített levegőből álló burok is tartozik, mitől fajsúlyuk kisebbé válik. A szemecskék valódi súlya kisebb lehet 0.000 000 000 001 milligrammnál; de ha 0.001 milligramm súlyúak is, belátjuk az okát, hogy miért nem hull még az ilyen felhő sem egykönnyen a földre.

Az 1893. év augusztus végén a Muraközben, Belicza községe határában, éjjel egy dűlőúton haladván, érdekes jelenségnek voltam szemtanúja. A terjedelmes rétséget, a melyen a dűlőút vezetett, mintha árvíz lepte volna el; a »vízből« csak a fák és az út teste látszott ki. Meggyőződtem, hogy a mit víznek tartottam, igen sűrű köd, de olyan sűrű köd volt, hogy benne járva, nem láttam a földet, csak néhány magasabbra nyúló fűszálat, pedig a réten fekvő ködréteg magassága legfeljebb 40—45 cm lehetett és az éj nem volt nagyon sötét, hiszen a majdnem telehold 30—40 foknyira állott a szemhatár fölött. Ennek a ködnek vízszemecskéi feltétlenül igen aprók voltak. A nagyobb vízgömböcskékből álló köd ugyanis jóval átlátszóbb, mint az apró szemű; de igen kis szemecskékből kellett állani ennek a ködnek még azért is, mert különben nem maradhatott volna ebben a néhány centiméter vastag és úgyszólván teljesen mozdulatlan légrétegben a képződése után még órákig lebegve.

Hogy a lebegő apró szemecskék egymáshoz tapadjanak, az ellenkülönféle erők működnek, többek közt elektromos töltések is; \*\* most sem

\* Az újabb vizsgálatok kiderítették, hogy a negatív töltésű ionok is lecsapódásra bírhatják a párákat a túltelített levegőben.

\*\* Shelfeld, Bidwell és lord Rayleigh úgy találta ugyan, hogy a gőzsugarban az elektromos töltés nagyobb szemecskékké egyesíti az aprókat. E látszólagos ellentmondás onnan eredhet azonban, hogy a felhő vízszemecskéiben az elektromosság meglehetősen egyenletesen van elosztva (legalább az egymá-hoz közellevők közt), a gőzsugarban pedig nincs meg ez az eset és így a jobban megtöltött egyesülhet a kisebb elektromos töltéssel bíró cseppel.



tudjuk még egész bizonyosan, hogy milyen módon sikerül némelykor a cseppeknek ez erőket leküzdeniök, hogy nagyobb cseppé egyesülnek.

Még a nagy cseppekből sem válik feltétlenül eső; erős felszálló légáram lebegve tarthatja őket és el is párologhatnak útjukban. Nem egyszer észleltek már nagyobb sivatag szélén zivatart a zenitben, mennydörgéssel és villámlással, a melyből azonban egy csepp eső se jutott le a



1. ábra. Cirrus hullámfelhő.

földre, mert a rendkívül száraz és forró légrétegen át való útjában elpárolgott.

Viszont megtörténik kivételképen az is, hogy derült égből esik az eső. Sőt 1905. januárius havában Ó-Gyallán teljesen derült égboltozat mellett takaros kis hóvihart észleltünk. A havazás élénk északnyugoti széllel —  $5^{\circ}$  C. hidegben, két perczig tartott; a pelyhek aprók voltak, az ég teljesen derült volt és kék színének csak a lebegő hópelyhek adtak kissé szürkébb színezetet. Ennek az érdekes tüneménynek az eredete ismeretlen.



A köd\* és felhőképződés különböző körülményekre vezethető vissza. Eltérő hőmérsékletű légtömegek határsíkjaival azonnal élénk felhőképződés indul meg, ha elegendő hozzá a páratartalmuk. Minden valószínűség szerint ilyen úton jönnek létre a *rétegfelhők*, bár keletkezésükben gyakran más hatás is működhetik közre. Egyik érdekes változata a rétegfelhőknek a *hullámfelhő* (Wogenwolke), a mely két, egymás fölött levő, különböző hőmérsékletű és különböző irányban áramló levegőrétegnek surlódó határsíkján keletkezik (1. ábra). A hullámok hossza, miként Sprung és Süring találta,\*\* átlagban meglehetősen kapcsolatos a felhők magasságával. Nagyobb magasságban nagyobb a hullámhossz, a mi következménye a fent uralkodó nagyobb szélességnek és részben a ritkább levegőnek is.



2. ábra. A stratus hullámfelhő cumulo-stratussá alakul.

Ha a hullámfelhőket eredeti vonulásuk irányára közel derékszög alatt egy másik légáram sepri végig, keresztbarázdák keletkeznek, a hullámsávok pikkelyekre esnek szét és előttünk van az alto-cumulus, illetőleg cirro-cumulus felhőalak.

A valódi cirrusok (2. ábra) keletkezése hasonló a rétegfelhőkéhez, de mindkettőnek keletkezésében, különösen ez előbbiben, a függőleges lég-

\* Köd és felhő tulajdonképpen azonos dolog. A köd olyan felhő, a melyben járunk és a mely többnyire (de nem mindig), eltérően a felhőtől, olyképen is keletkezik, hogy a talaj hőkisugárzására a talajjal érintkező alacsony légrétegek lehülnek.

\*\* A. Sprung és R. Süring, Ergebnisse der Wolkenbeobachtungen in Potsdam und an einigen Hilfsstationen in Deutschland in den Jahren 1896 und 1897. Berlin.

mozgás és még számos más bonyolító körülmény is közreműködhetik. Vékony, egyenként alig észrevehető fonalakból álló finom fátyolszövet borítja el olykor az égboltot, részben, vagy egészben. E finom fehér fátyolon nem ritkán láthatunk helyenként sűrűbb hullámszerű kuszált sávokat, némelykor igen apró pikkelyeket, apró bárányszerű felhőket (cirro-macula) is. E felhők keletkezését néhányszor figyeltem már meg a poláriméterrel való észlelés közben: a kék ég fényének polárossága egyes helyeken egyszerre igen gyors változásról tett bizonyosságot, sőt ugyanazon ponton is másodpercenként lényegesen változott a polározottság — az ég azonban néhány percig még tiszta kék maradt, de azután egyszerre, egészen közel az észlelés helyéhez, finom sűrű fonálszerű cirrusok tűntek fel és néhány percig elegendő volt, hogy teljesen elborítsák az eget.

Igen érdekes dolgokat mond e cirrusok keletkezéséről Osthoff.\* Szerinte e felhők nem hullámok, hanem hosszirányukban folytatódólagosan keletkező fonalak. Különösen áll ez a hosszabb fonalakra, mert a rázkódás előidézte hullámok rövidebbek és a középén kissé vastagabbak, a szóban lévő felhőfonalak pedig vékony egyenletes rétegzetűek. Gyors keletkezésök eddig kevésbé ismeretes és mindig szerencsének mondható, ha meg tudjuk figyelni.

»Magam elégszer láttam, folytatja Osthoff, hogyan keletkeztek szemem láttára néhány másodperc alatt az égboltnak olyan pontján, a hol azelőtt semmi sem volt. 1901. újév napján erős délkeleti szél és gyenge fagy mellett az északnyugoti égen szövegtelen alto-stratusok mögött széles uszályalakú cirrus-felhők látszottak. Egyszerre 3 óra 30 perczkor délután, a nyugat-délnyugati szemhatárról több széles nyaláb tört a zenit felé, hosszú, egyenes, párvonalas fonalak, részben a legelőször jelenkező mellett, részben felette keletkeztek az egyes kékék külön-külön. Ugy látszott, mintha nagy sebességgel előlővellő fonalkévének mindegyike első végén helyenként odaütődött volna, mintha valami akadályra bukkant volna s e helyen fodros kereszt-hullámok keletkeztek. E kuszált hullámfodrok képződése oly villámsebességgel megy végbe, hogy a szem alig tudja követni.«

Osthoff szerint a kifejlődés mindig nyalábonként, ugrásszerűleg s egyenként megy végbe, de a kereszt hullámtorlódásnál rövid szünet áll be. A felhő vonulásának iránya északnyugotról délkeletre való volt, tehát nem a keletkezés irányában vonult. Eleinte, míg a fonalak iránya a szemhatárra merőleges volt, a torlódásbeli hullámok mélyebben fekvő keresztfüggeléknek látszottak. Így a zenitben is. Csak mikor a fonalak a délkeleti égre alább vonultak, vált, a megváltozott perspektiva miatt

\* H. Osthoff, Die Formen der Cirruswolken. Meteorologische Zeitschrift. XL. k. 386.

láthatóvá, hogy a torlódás hullámai nem egyebek, mint az egyenes fonalaknak fölfelé görbült végei.

Rövidebb fonalak és sávok kilövellése már meglevő felhőkből eléggé ismert látvány; a folyamat iránya rendesen más, mint a felhők vonulásának iránya és igen sokkal gyorsabb is.

A cirrus-felhők keletkezéséről Osthoff általában azt véli, hogy létrejöhetnek a »semmiből«, vagy más felhőből légáramlások folytán. A cirrusokat hat főcsoportra osztja, ú. m.:

1. *Egyenes sávok* oldalfüggelékekkel vagy a nélkül, melyeket a légréteg fölött elvonuló, hosszirányukban folytatólágosan, haladó széllekek idéznek elő.

2. Torlódásbeli hullámok, mozgó légtömegek torlódására.

3. Fa- vagy uszályalak, egyik légtömegnek a másikba való benyomulása útján.

4. Hullámok a légréteg felszínének megrázkódására.

5. Cirro-cumulus és ezzel rokonalakok; Osthoff véleménye szerint valószínűleg feloldásbeli termékek.

6. Cirrus-köd (cirro-nebula) nem más, mint stratus-felhő a cirrusok régiójában.

Osthoff határozottan állítja, hogy a napfoltoknak a cirrusokra határozott és félreismerhetetlen hatásuk van, még pedig nem a cirrusok gyakoriságára, hanem alakjukra. Kétségtelennek tartja, hogy a napfolt maximumok cirrus-felhői igen sokkal formásabbak, mint a minimumok elmosódott és alakatlan cirrusai; és ugyanez áll a zivatarfelhők cirrusaira is, miből következteti, hogy a cirrusokat formáló erő nem a »közönséges« elektromosság. Többen találtak már kapcsolatot a északi fény és a cirrusok viselkedése között; így Humboldt is; mások tagadják, hogy volna valamilyes kapcsolat a két jelenségcsoport közt. Osthoff szerint napfoltmaximumok alkalmával kétségtelen a viszony az északi fény és cirrusok közt, de napfoltminimumok idején nincs meg.

Nemcsak eredetre, hanem külsőre és viselkedésre nézve is éles határvonalat találunk a rétegfelhők, illetőleg a keveredés útján keletkező felhők (3. ábra) és azon felhők között, a melyek a felszálló légtömegben keletkeznek. Fejlődésük többnyire nem közvetlenül a talaj felszínén, hanem magasabban indul meg; a conveció áramok kisebb-nagyobb légoszlopokat a talaj fölmelegedése következtében meleg és meglehetősen páratartalmú levegővel töltenek meg.

Ha a légoszlop fajsúlya kisebbé válik, mint a fölötte levő légtömegké, a légoszlop egész tömegében egyszerre indul fölfelé. A felszálló levegő adiabatikus állapotváltozás következtében egyúttal le is hűl; ez a lehűlés a mechanikai hőelmélet szerint 100 méterenként körülbelül  $1^{\circ}$  C.-t tesz. A légoszlop tehát a szerint emelkedik gyorsuló vagy



lassuló sebességgel, a mint a hőcsökkenés fölfelé 100 méterenként  $1^{\circ}$ -nál nagyobb, illetőleg kisebb.

A fölemelkedő légtömeg állapotában eleinte nem történik más nevezetes változás, mint hogy kiterjed és ennek következtében lehül. Az állandóan alászálló hőmérséklet azonban lassanként közeledik a légtömeg harmatpontjához és mihelyt elérte, megkezdődik a felhőképződés. A magasság, melyet a légtömeg most elért, a cumulus képződésének a szintája. Ha ismerjük a talaj fölött levő levegő hőmérsékletét és viszonylagos páratartalmát, minden nehézség nélkül kiszámíthatjuk e szintáj magasságát is. Sprung és Süring úgy találta,\* hogy a hőcumulusokra



3. ábra. Cumulo-stratus.

(4. ábra) vonatkozólag a kiszámított magasság a mért magassággal elég szépen egyezik. Délelőtt a mért magasság kisebb, délután pedig nagyobb volt valamivel a kiszámítottnál.

A magasság, a melyben a cumulusok képződése megkezdődik, az összes egyszerre látható cumulusokban meglehetősen ugyanaz. A cumulus-felhőnek típusos alakja tulajdonképen nem a *gombolyag*, hanem a *czipó*. Az alsó fele lapos és ez jelzi a cumulus-képződés megkezdésének szintáját; ezt a sikot a cumulus alapjának nevezik. Sprung és Süring szerint az alap magassága a nap folyamán mintegy 1000 méter-

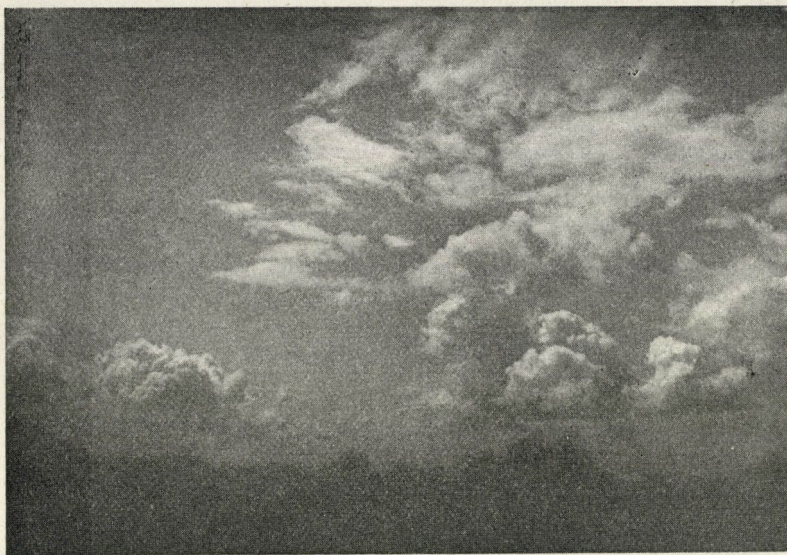
\* A. Sprung és R. Süring, U. o.



rel emelkedik, mialatt a cumulusok csúcsának emelkedése átlagban 1400 métert tesz.

A cumulusok ezek szerint a felszálló légáram felhői, a melyek nem keletkeznek a különböző hőmérsékletű levegő keveredése útján, mert ha így volna, úgy, miként Hann megjegyzi, nem az egész kiterjedésében sűrű ködtömeggel, hanem csak belül üres héjjal volna dolgunk.

A továbbra is emelkedő felhőnek az előbb még áttetsző, ködszerű anyaga tömörebbé válik, élesebb fényes fehér szélekkel, a Naptól elfordított oldala pedig ezzel ellentétben sötétebb színt ölt. A felhő növekedik. Az állapotváltozás miatt a vízgáz kötött melege szabaddá válik, a felhő lassabban hül és ezzel megtartja viszonylagos kisebb fajsúlyát és felhajtó erejét.



4. ábra. Hőcumulus.

A hőmérséklet a felhő további emelkedése következtében lassan mégis alászáll és eléri a fagypontot: a vízgömböcskék fokozatosan jéggé dermednek, mialatt a hőmérséklet állandóan a fagyponton marad.

Ha már az összes cseppfolyós állapotú víz jéggé fagyott,\* a hőmérséklet a fagypont alá süllyed és a még le nem csapódott vízgőzök a gőz állapotából közvetlenül jéggé szublimálódnak. A parányi jég-szemecskék aztán törvényszerűleg szép hatszögletű csillagba rendezkedve, hópolyheket alkotnak.

\* Nem okvetetlenül szükséges, hogy a cseppek megfagyjanak: maradhatnak túlűtött állapotban is.



Ám a cummulusok legnagyobb része nem szokott ilyen magasra emelkedni. A hófelhők zónájába nyúló cumulus-felhők rendesen igen vastagok, alapjuk pedig a cumulus-felhők képződésének szintjében van.

Igen sokszor előadódik, hogy a felhők felhajtó ereje nem pusztán a melegökben rejlik, hanem más erőkben is, melyek a magasban uralkodó áramlási állapot következményei, a mikor esetleg felhajtó



5. ábra. Dinamikai eredetű cumulus.

erejük még nagyobb. Erős kavargás indul meg a felhőkben, a melyek nagy gyorsasággal törnek a magasba, elérik, sőt túlszárnyalhatják a cirrus-felhők szintjét is. Az ilyen hatalmas cumulusok többnyire cumulo-nimbusokká változnak. Az 1904. évben Ó-Gyallán egy ilyen zivatarfelhő fejének magasságát 4500 méternek találtam; e magasság azonban még jóval kisebb annál, a melyet mások észleltek (10, sőt 13 km).

A felhő hókúpulája a Nap erős sugarainak hatására, vagy, mert melegebb rétegbe kerül, elkezd párologni; majd a párák jégtűvé der-



mednek, vízszintes irányban szétömlenek, néha igen nagy távolságokra, és hosszú, kuszált *cirro-stratus* fátyollal borítják be a kupolát. Ilyenkor rendszeren már dörög a felhőben, azután megindul a zápor, esetleg a jég.

Ezeket a zivatarfelhők kupolájából származó cirrusokat általában *álcirrusok*-nak nevezik. Ha n n ezt a megkülönböztetést igazságtalannak tartja. Lényegileg egyformák: jégtűkből áll mindegyikök, és, bár ez utóbbiak átlagban valamivel alacsonyabbak a nagy ciklonókból eredő cirrusoknál, ez a megkülönböztetés csak átlagban áll, mert egyes esetekben jóval felül is mulhatják az utóbbiakat. Ha n n leghelyesebbnek tartaná, ha az álcirrusokat *zivatar-cirrusok*-nak neveznők. L e y *cirró-filum* nevet adott nekik.

A leírt módon keletkező cumulo-nimbusokat *dinamikai cumulusok*-nak (5. ábra) nevezhetjük, megkülönböztetésül a tisztán melegség útján létrejövő *hőcumulusok*-tól. Sprung és Süring úgy találta, hogy a dinamikai eredetű cumulusok a valóságban jóval fölötte vannak a kiszámított magasságnak (900, sőt 3600 méterrel) és zivatarfelhők, meg hosszú cirrusfátyol veszi őket körül. A dinamikai cumulusok szakgatott szélű alapja sokszor igen szétterül, néha az egész szemhatárt elfedi úgy, hogy, a földről nézve, sokkal inkább rétegfelhőnek tartjuk, mint cumulusnak. A hőcumulusoknak tiszta, éles szegélyök van, lassan növekednek, határozott a napi menetök és rendszeren nem nagyon vastagok. Legszabályosabb alakja van a *cumulus quietus*-nak (L e y). A dinamikai eredetű cumulusok ezzel ellentétben alul és rendszeren felül is fátyolba és foszlányokba átmenő rongyos szélűek, gyorsan növekednek, emelkednek és tornyosodnak.

A zivatarfelhő csatornáit rendszeren a cirrusfátyol kibocsátása és az első dörgés után nyílnak meg. Úgy magyarázzák e jelenséget, hogy az elektromos feszültség akadálya a cseppek egyesülésének; a felhőnek elektromos töltése villámlás és a cirrusok jégtűinek hegyén való kisugárzás után azonban csökken. Az eső folyamán gyakran azt is tapasztaljuk, hogy egy-egy erősebb, közeli dörgés után jobban ered meg az eső. Hogy ennek oka a fentiekben volna keresendő, ezt csak fenntartással merem állítani, még pedig azért, mert a zápornak hirtelen erősödése igen gyorsan, mint többször megfigyeltem, néha a villámlás után már 10—12 másodperc múlva bekövetkezett, a mely idő mégis kevés a cseppek egyesülésére és aláhullására, még ha alacsony felhőről volna is szó.

Ha nézzük, hogy mekkora voltaképen a felhők víztartalma, nem fogjuk valami nagyra találni. Igen sűrű cumulusoknak egy-egy köbméterében mintegy 10 g víz van; átlagban azonban ennél kevesebbet kell vennünk. De ha csak 4 g-nyi vizet számítunk is köbméterenként, mégis úgy fogjuk találni, hogy az olyan zivatarfelhő, a melynek köbtartalma akkora, mint a 3 km sugarú és 5 km magas hengeré,

565200000 kg vizet hord magában. Már ha csak a fele hull is le akkora területen, mint a minő a felhő vízszintes kiterjedése, ez már 10 mm csapadéknak felel meg. Igen nagy esőkről azonban el kell fogadnunk Ferrel abbeli magyarázatát,\* hogy a lehulló vizet pótolja a szomszéd légtömegek vize. Erős légörvényeknek felszálló légáramában a megsűrűdött és már nagy cseppekké egyesült víztömegek mindaddig lebegve maradnak, míg a forgósél erejében alább nem hagy, vagy teljesen meg nem szűnik, a mikor is az összes lebegő vízcseppek egyszerre leesnek. Ilyen értelemben véve a dolgot, a felhőszakadás egészen találó kifejezése a folyamatnak. Ilyen eredetűnek kellett lennie az 1901. augusztus havában Komárommegyében Nagy-Tagyos pusztán átvonuló zivatarfelhőnek is. Az eső mennyisége ez alkalommal csak 17·6 mm volt ugyan, de 15 percz alatt hullott alá és az esőnek körülbelül 80 %-a (14·0 mm) 2 percz és 45 másodpercz alatt esett, a miből egy perczre 5·1 mm jut. És így ez a kis eső mégis egyike volt a legerősebb felhőszakadásoknak, a melyet valaha észleltek.

Az 1904. évi április 26-iki ógyallai jégeső alkalmával 15·7 mm csapadékot mértek; ennek a nagyobb része és majdnem az összes, mintegy 8 mm jege a zivatar kezdetén 6 percz alatt esett. Egy négyzetméter területre e szerint 8 kg jég jutott. Ha azt a területet, a melyet erősebb jégverés ért, a valóságot megközelítően 500 km<sup>2</sup>-re tesszük, úgy 40 millió métermázsa jég hullott ebből a felhőből a földre. Ennek a jégnek megolvasztására azután annyi meleg kellett, a melynek elvonása a levegőből, ha egyszerre és tisztán a levegőből történt volna, a levegőt 100 m magasságig 20 C. °-kal lehűtötte volna.

A zivatarfelhő nem ritkán a legérdekesebb meteorológiai és optikai tünetmények színhelye. A mult 1905. év július 6-án Csév pusztán, Pestmegyében, két igen érdekes zivatart figyeltem meg; műszerek hiányában a megfigyelés csak a pusztá szemre szorítkozott.

Délután 1 $\frac{1}{2}$  óra tájban nyugoti irányból, Inárcs felől elmosott szélű, alakatlan zivatarfelhő közeledett rendkívüli gyorsasággal. A felhőnek első széle magas felhőkből állott és csakhamar elérte a zenitet, de eső még nem esett. A felhőnek az első része látszólag teljesen összefolyt a zivatarfelhő többi részével és egyforma, sárgásszürke, egynemű és csak helyenként szakgatott palástot alkotott. A zivatar erős szél és mennydörgés kíséretében közeledett, majd megeredt a zápor és vagy 15 perczig esett, a vége felé jéggel. A jégszemek nagysága óriási volt; meglehetősen egyformák, átlag 5 cm átmérőjű, málnaalakú darabok, egyeseknek a súlya meghaladta a 25 g-ot is. A jég azonban igen ritka volt és így még sem tett nagy kárt; egy négyzetméter területen átlagban csak 4—5 darab hevert.

\* Recent Advances in Meteorology. Washington, 1886.

A zivatarfelhő elvonult keleti irányban és ott megállapodott, de ezalatt tőle jobbra délkeleti és déli irányban két másik zivatarfelhő tünt fel.

Mind a három felhőben dörgött és mind a három szemmel láthatólag növekedett; túlságosan kiterjedt alapjoktól a magasabb részek nem is voltak láthatók. A három felhő szélei nemsokára érintették egymást és azután sötét, nagy felhőtestté egyesültek, melynek komor hátterén perczenként száz villám cikázott végig és a villámok hossza igen sok esetben meghaladta a 60 fokú látószöveget is.

A legszebben szemlélhető módon játszódot most le annak a folyamatnak egyik része, melyet a felhőszakadás eredetének magyarázatára Ferrel elméletképen felállított. A mennyire csak a szem ellátott, a felhők, nagyobbára fracto-nimbusok, az egész égboltozatról nagy gyorsasággal centripetális irányban a zivatarfelhő felé rohantak és vele teljesen egyöntetű tömeggé folytak össze, a mitől a zivatarfelhő szemmel láthatóan gyorsan növekedett. Határozott örvénylő mozgást a felhőben észrevenni nem tudtam, pedig kétségtelen, hogy kellett lennie, csak észrevehető nem volt a zivatarfelhőnek teljesen elmosott szöveti szerkezete, és igen nagy kiterjedése miatt. A felhő színe igen sötét olajzöld volt, de annyira kifejezetten zöldszínű, hogy hasonlót eddig még nem láttam. A zivatar középpontja késő estig, a míg csak meg lehetett figyelni, látszólag egy helyen maradt néhány kilométernyire délkeleti irányban, maga a felhő azonban oly rohamosan növekedett, hogy 6 órakor már elfoglalta az egész égboltot és egyszerre olyan sötét lett, mint a minő napnyugta után egy fél órával szokott lenni. Ettől fogva éjjeli 1<sup>h</sup> 11 óráig alig mulott el másodpercz villámlás nélkül — úgyszólván folyékonyan lehetett volna olvasni fényénél — és a mi mindennek fölött meglepett, minden egyes villám gyönyörű rózsaszínű volt némi árnyalattal az ibolya felé. Ez a tűnemény első pillanatra engem is zavarba hozott, a míg eszembe nem jutott a felhőnek olajzöld színe a zivatar kezdetén, melyet a szem most már teljesen szürkének talált. A felhő ugyanis csak addig látszott olajzöldnek, a míg a nálánál sokkal erősebb fehér fény közvetlenül és a kék égbolton közvetlenül világított; mikor azonban már teljesen elborult és más állandó fényforrás nem volt, mint a felhőn keresztül átszűrődő zöld fény: a szem teljesen hozzászokott és nem találta zöldnek, hanem ellenkezőleg a csak pillanatokig látszó villámok fehér fényét látta a zöldet kiegészítő rózsaszínben. Csakugyan más világító test, egy meggyújtott gyújtó is vörös bengáli színben égett, kissé sárgásabb színben, a mint különben várható is volt.

Mikor a Nap lenyugodott és teljesen sötét lett, lassanként a villámok is visszakapták természetes fehér fényüket. A zivatarnak más nevezetessége nem volt és az eső mennyisége és intenzitása sem volt



annyira rendkívüli, mint a felhőnek külseje szerint várni lehetett volna, — jég pedig csak borsónagyságú volt és nem sokkal több hullott belőle, mint az első felhőből.

A felszálló légáramlatban, mint láttuk, igen könnyen képződik a felhő. Hasonló okból nagyobb tüzek fölött, hegycsúcsokon stb. gyakran erős felhőképződés szokott megindulni. A nagy depressziók közepén felszálló légtömegek páráiból sűrű felhők keletkeznek, a centrumtól távolabbi, és különösen a depresszió előtt levő felhők azonban túlnyomóan keveredés útján keletkező rétegfelhők. Nagyobb magasságban a depresszió fölött centrífugális irányban fúvó szelek a rétegfelhők keletkezését mozgítják elő és a depresszió helye körül messze vidékeken szétterítik őket. A ciklónok fölött még magasabban, a cirrusok régiójában uralkodó szelek iránya minálunk jobbra nyugot-keleti, tehát a depresszió vonulásának irányával többnyire megegyező. A közeledő depressziónak első hírnökei a cirrusok; minél közelebb jutunk a centrumhoz, annál alacsonyabb felhőket találunk s a cirrusokat a *cirro-stratusok* váltják fel. Majd az *alto-stratusok* következnek. Az alto-stratusok között néhány foknyira attól a helytől, a hol a Napnak kellene látszania, némelykor, különösen mikor az alto-stratusok közt több cumulus is van, világosabb kerek foltot láthatunk, a mely olyan, mintha a Nap volna ott és a felhőn keresztül világítana. A dunántúli nép ezt a jelenséget »vak Napnak« nevezi és nem egészen ok nélkül esőt jósol belőle.

\* \* \*

A felhőképződés ismertetett előidéző okai a legkülönbözőbb módon csoportosulnak és a legkülönbözőbb felhőalakokat hozzák létre, melyeknek határozott rendszerbe való foglalása nehéz feladat; a meghatározás többé-kevésbé egyéni és önkényes. Általánosabban elfogadott megnevezések Hildebrandsson szerint:

Cirrus, Strato-cirrus	Cirro-stratus
Cumulus, Cumulo-stratus	Nimbus
Stratus, Strato-cumulus	Cumulo-nimbus
Cirro-cumulus	Fracto-cumulus
Cumulo-cirrus (alto-cumulus)	

Ley felhőalakjai pedig:

Cirrus	Cumulo-rudimentum
Cirro-filum	Cumulo-nimbus nivus
Cirro-velum	Cumulo-nimbus grandineus
Cirro-macula	Nebula

Stratus maculosus	Nebula pulvereae
Stratus quietus	Nebula stillans
Stratus castellatus	Nimbus
Stratus praecipitans	Nimbus nivosus
Stratus lenticularis	Nimbus grandineus
Cumulus	Nubes informis
Cumulo-nimbus	Nubes fulgens.
Cumulo-nimbus mammatus	

Az elnevezésben egyöntetűség nincs mindenhol; csupán a nemzetközi felhőmegfigyelések történnének a *nemzetközi* felhőatlasz alapján; egyébként azokat a megnevezéseket alkalmazzák, a melyek éppen a legmegfelelőbbek; sőt nem ritkán két-három szerző rendszeréből választják ki a megfelelő elnevezéseket. E főfajtákon kívül a másodrendű alakzatoknak is nevet adnak, rendszeren azon tárgyról, melyhez legjobban hasonlítanak; így szerkesztették a tollfelhő, a cirrus vertebratus, cirrus equinus (lófarkhoz hasonló), cirrus felinus (macskafark) stb. elnevezést.

Meg kell továbbá még emlékeznünk két felhőfajtáról, melyeknek eredetéről még nem sokat tudunk: ezek az irizáló felhők és a világító felhők. Az előbbieket nappal láthatók, az utóbbiak éjjel. Az irizáló felhők cirrusokhoz hasonlóak, de fényök teljesen olyan, mint a gyöngyházé. Kétségen kívül fényinterferencia idézi elő e tüneményt. A világító felhők főleg nyári éjszeleken láthatók és igen nagy sebességgel vonulnak. Miként a megfigyelések kiderítették, mind az irizáló, mind a világító felhők igen nagy, némelykor 100 kilométernél is nagyobb magasságban lebegnek.

## II. A felhők megfigyelése.

Megfigyeljük a felhők alakját, a borulat fokát, a felhők vonulásának irányát, a vonulás sebességét, a felhőnek és egyes részeinek magasságát. A borulat fokának megállapítása céljából rendszeren szemmértékkel megbecsüljük, hogy a félgömbnek vett égbolt hányadrészét takarják el a felhők. Vannak, kik tanácsolják, hogy a szemhatárhoz közel levő felhőknek megfelelő arányban nagyobb értéket adjunk, mivel különösen a kismélységű rétegfelhőket ezen a tájon a kellőnél kevesebbre becsljük. Az eljárás azonban bonyolódott volna, más hibák csúszhatnának be és végre az eredmény átlagban ugyanaz marad.

A borulat fokának feljegyzésére regisztráló készülékek is vannak alkalmazásban; a maguktól működő felhőfotografálók az égbolt valamely vidékén, rendszeren a zenitben, óránként fotografoznak. Az éjjeli regisztrálók hosszú gyújtótávolságú tárgylencsével vannak felszerelve. A készülék a sarkcsillagra van irányozva. A tárgylencse nyílásának bezáródását a hajnali szürkület előtt óraszerkezet végzi, máskülönben egész éjjel nyitva

van a kamara. Tiszta időben a sark körül levő csillagok kis félkört irnak a lemezre. Azon időnek megfelelő helyen, mikor borult volt az ég, a körből egy-egy rész hiányzik. Igaz, hogy ilyen módon az égboltnak mindig csak kis részéről kapunk képet, ez azonban hosszabb megfigyelő sorozatban még nem okoz hibát és épen olyan jogosult eljárás, mint mikor a hőmérőt vagy más műszert nem minden pillanatban, hanem csak meghatározott időben olvassuk le.

Ha a felhőmagasságmérésre különös műszereink nincsenek, rendesen csak a felhővonulás viszonylagos sebességét mérhetjük meg.\*

A vonulás sebességének megfigyelésekor csak szögsebességet, illetőleg viszonylagos sebességet mérünk; ezt e sebességet azután az egységnyi (pl. 1000 méter) magasságú felhőre viszonyítjuk. A felhő valódi sebessége úgy aránylik az észlelt viszonylagos sebességhez, mint valódi magassága az egységnek vett 1000 méter magasságához; az észlelt sebesség tehát oly törtnek az értéke, melynek számlálója a valódi sebesség és nevezője a felhő magassága. Hogy akár a számlálót, akár a nevezőt megismerhessük, tudnunk kell a másiknak a valódi értékét is. De, ha az egyik tényezőnek valódi értékét sem ismerjük, hanem az egyikről mégis tudunk annyit, hogy meglehetősen állandó mennyiség, vagy ha nem is állandó, de változása egyenletes, szabályszerű és ismert: a tört (illetőleg a viszonylagos sebesség) változásából a másik tényező változásait megismerhetjük. Ilyenformán például a cumulus-felhők magasságának naponkénti menetét igen szépen megállapíthatjuk az észlelt viszonylagos sebesség napi változásaiból. A magassággal nő ugyan a szél sebessége is és így a felhők vonulásának sebessége, de a szélsebességnek illetően növekedése nagy átlagban mégis eléggé egyenletes, hogy az átlagértékekben bizonyos időszakban a kisebb viszonylagos sebességből nagyobb abszolút magasságra következtethessünk.

A felhővonulás viszonylagos sebességének mérésére igen sokféle készülék van; közöttök elvben még a legegyszerűbb a felhőpanoráma. Sötét kamara (camara obscura) ez, rendesen a zenitre irányítva; a felhők képét a lencse gyújtósíkjában forgatható asztalon fogják fel. Megfigyeléskor meghatározzuk azt az időt, a mely alatt a felhő képe egy beosztáson áthalad.

Bizonyos körülmények közt, mérsékelt pontossággal, igen egyszerű műszerekkel is meghatározhatjuk a felhők valódi magasságát. Így például, ha valamely elszigetelten álló cumulus árnyékot vet egy sík területre,

\* A mi az alábbiakban a felhőmagasságmérésről olvasható, bővebben meg van írva ifj. Konkoly Thege Miklós »A felhőmagasságmérés módjai és eszközei« című dolgozatában. (M. k. orsz. meteorológiai és földmágnességi intézet hivatalos kiadványai. 1905. V. kötet).

vagy ha meteoroszkóppal\* az árnyék, a felhő és a Nap helyzetét meghatároztuk és egy térképen a felhő árnyékának távolát tőlünk mértük: már elegendő adatunk van a felhő magasságának kiszámítására. Czélit érünk akkor is, mikor egy távolabbi, élesen határolt esőfelhő emelkedésének szögét a vízszintes fölött megmérjük és utólagosan az eső nyomának távolságát meghatározzuk. Vagy, ha napnyugta után a magasabban lebegő felhők még jó ideig rózsaszínben látszanak, azután hirtelen elsötétülnek, mikor a Napnak közvetlen sugarai már nem érik őket, a Nap mélységét a szemhatár alatt erre a pillanatra nézve kiszámítjuk. Vagy ha magasabban lévő pontról az alatt nyugvó víz tükreben látszó felhőképet és magát a felhőt sextánszal közvetlenül és egyszerre beirányítjuk és a szögeket, valamint a sextánsnak vízszintes távolát attól a ponttól a vizen, a hol a felhő tükörképe látszik, továbbá a sextáns magasságát a víztükör fölött meghatározzuk.

Mindezen elsorolt esetekben elegendő adatot szereztünk a felhőmagasság kiszámítására. Ez eljárások azonban nem vezetnek valami nagyon pontos eredményre, de azért, hacsak nem megbízhatatlan, az elkövetett hiba 15—20%-on alul marad és az adatok elég jól felhasználhatók. Nagyobb baj, hogy az elsorolt módok csak különleges esetekben alkalmazhatók.

Pontosabb mérésekre külön e célra való műszerek szolgálnak. A felhők magasságát ugyanis nem lehet olyan egyszerűen megmérni, mint bármely más hozzáférhetetlen pont távolát; nincs jól definiált beállítható pont a felhőn és a helyét is folyton változtatja.

Amerikában a felhő magasságát lencse nélkül készített theodolittal mérik; ez a művelet igen sok bajjal jár.

Könnyebb, de bonyolultabb eljárás a fotogrammetrikus; ezt használják a legtöbb helyen. A fototheodolit olyan theodolit, melynek tengelyére fotografiai kamara van erősítve. A fototheodolitot két, egymástól 500—1500 méter távoli ponton állítjuk fel. A két állomást telefonnal kötik össze. Telefonon megbeszéljük a fotografálandó felhőt és az időt, a melyben a felvételt végzik. A készüléket a felhőre irányozzák és az adott pillanatban fotografozzák. A lemezeken a legtöbb esetben találnak olyan azonos pontokat, a melyek helyzetéből és a theodolit állásából a felhőmagasság kiszámítható.

A fotogrammetrikus felhőmagasságmérésre a potsdami meteorológiai observatoriumban állandóan a zenitre irányzott két fotográf automatát használnak. A felvételt elektromos összeköttetéssel mindkét állomáson automatikusan egyszerre végzik. A kezelés és a számítás a szerkezetnél

\* Egyszerű theodolit fokbeosztással; a távcső helyett irányzásul egy vonalzó éle szolgál.

egyszerűbb, hanem maga a készülék nagyon bonyolult, drága és a tetőponttól távolabbi felhőkre nem használható.

A felhőmagasságmérésnek leggyorsabb és a legkényelmesebb módja a Zeiss-féle stereoszkópos távolságmérővel történik, a mely műszer a *Természettudományi Közlöny*-ben\* ismertette volt. A m. kir. orsz. meteorológiai intézet műhelyében jelenleg ugyanezen elven alapuló nagy távcső készül közel 2 méter objektív-távollal és több mint 20-szoros nagyítással. A műszerrel 20 kilométerig terjedő távolságok mérhetők. Ezen a távcsövön a felhők úgy fognak látszani, mintha a szobában lennének, a hol minden irányban való kiterjedéseket a legplasztikusabban láthatjuk és oly könnyen megmérhetjük, mintha csak mérőléczet fektetnénk melléjük.

A legközvetlenebbül és egészen más oldalról figyelheti meg a felhőket a léghajós, a ki közöttük és fölöttük jár. Igen lényegesen változott már meg nézetünk a felhőkről és azokról a vidékekről, a melyekben a felhők mozognak azon idő óta, hogy a léghajót is bevonták a meteorológiai kutatás szolgálatába. Igen sokszor a földről nem is látunk egyebet, mint a felső felhőknek alul szétterülő vastag palástját és egészen hibás véleményünk lehet eredetéről. A léghajósokat már nem egyszer élénk meglepetés érte, mikor e képzelt rétegfelhők fölé emelkedtek. Egy ilyen esetről egyik útleírásában Süring egyebek között a következőket írja:\*\* »Mikor a léghajó mintegy 600 méter magasságban a vékony felhőfoszlányokon keresztülhaladt, 1200 méter magasságban a cumulus-felhők régióját érte el, melyek 2100 méterig nyúltak fel. A léghajó ugyanis állandóan a felhők közelében maradt, a nélkül, hogy mégis érintette volna a felhőt, legfeljebb a legszélsőbb határvidékeit. A látvány, melyet a felhőtömegek nyújtottak, elragadó volt; három kísérom — mindenekelőtt F. A. Forel, kit pedig már a magas hegységek természeti szépségei eléggé elkényeztettek — akként nyilatkozott, hogy ritkán, vagy sohasem volt még ilyen látványban része. Vízszintes irányban látszólag mozdulatlan, hatalmas erővel buzogtak a felhők a magasba, kisebb tömegek kitérték a nagyobbak elől és oldalágakban örvényszerű oszlopokban emelkedtek a magasba: más felhőrészecskék a főtörzstől leváltak, de mihamar mint csinos, csövekké csavart részecskék aláüledtek és csakhamar szétfoszlottak. Egyes részek azonban, melyek 2000 méterig feljutottak, vakító fehér ernyővé szélesedtek, melynek finom sávós szövete éles ellentétben állott a vaskos fűrtalakban felbuzogó, gomolygó tömegekkel. Minél tovább nézte az ember ezt a zavartalan, mindig más felhőtömegekben ismétlődő játékot, annál hihetlenebbnek tetszett, hogy mindez nem

\* Természettudományi Közlöny 1902. évf. 240. l.

\*\* Meteorologische Zeitschrift 1900. XVII. k. 177. l.

nyugodt levegőben, hanem körülbelül 18 méter másodpercenkénti vízszintes szélesség mellett fejlődött, holott a függőleges légmozgás legfeljebb 2 méter lehetett másodpercenként.«

\* \* \*

Az időjárásra hatással levő eredeti tényezők: a napsugárzás és a Föld felszíne a légkörrel. Az elsőnek időnkénti változása kifejezésre jut a meteorológiai elemek évi és napi periodusaiban, a földrajzi szélesség szerint való eloszlása pedig — kapcsolatban az említett második tényezővel — kifejezésre jut az illető hely éghajlatában. Jóllehet e tényezők időben alig változnak (nem számítva az évi és napi periodusokat), mégis az adatoknak csak igen nagy átlaga az, a mely időről időre állandónak tekinthető. E közepes átlag körül csoportosuló egyes folyamatokat azonban a legszabálytalanabb eltérések jellemzik. Az események sorozatába végtelenül sok körülmény játszik bele, melyek folyamatát és végét messze előre kiszámítani lehetetlen.\*

Az időjárás játékában elsőrendű tényező a *felhő*, részben mint okozat, részben mint oka a légköri tűneményeknek, melyek legnagyobb része a felhőben, vagy a felhő útján alakul. Ez a szeszélyes játék örökké tart, a míg csak lesz víz és lesz tűz, mely életre serkenti a szerves és szervetlen világot; és ha elkövetkezik a nap, a mikor nem lesz tűz és nem lesz víz és nem követi többé a borot a derű: azon a napon bizonyára megszűnik az élet is a Földön.

IFJ. KONKOLY THEGE MIKLÓS.

\* Távol van tőlem az az állítás, hogy időprognoszt készíteni nem lehet; mi bizony készítünk prognoszt, de nem hosszú időre előre és nem kis helyhez kötöttet. A messze jövőbe jósolni és a fagy, hó, jégeső, zivatar határait élesen kijelölni olyanforma vállalkozás, mint kiszámítani, hogy ezer tollpohár közül, melyet a forgószelel a felhők közé sodort, melyik, mely pillanatban és mely ponton jut megint vissza a Földre.



## A magyar fehér szappangyökér meghatározása.

Szappangyökérnek különböző növények gyökerét lehet használni. Megkülönböztetnek magyar, francia, levantei stb. szappangyökeret a szerint, hogy a szappangyökér-drog milyen országból, vidékről származik. Magyarország »fehér« és rózsaszínű vagy »piros« szappangyökeret szolgáltat. A magyar piros szappangyökér a *Saponaria officinalis* növénytől ered. Magam is találkoztam a Csepelszigeten egy emberrel, a ki a *Saponaria officinalis* gyökerét ásta.

Nagyobb jelentőségű a magyar fehér szappangyökér, melynek hamisításáról Augustin Béla nemrég\* érdekes előadást tartott; ő kiderítette, hogy a kitűnő hírű s nem csekély értékű kiviteli cikket alkotó magyar fehér szappangyökér a *Glycyrrhiza echinata* gyökerével hamisítják, a melynek pedig saponin-tartalma nincs. A magyar fehér szappangyökér a *Gypsophila paniculata* növénynek a gyökere, a mely a Caryophyllaceák családjába tartozván, a Papilionaceák családjába való *Glycyrrhiza*-tól szisztematikailag igen messze esik.

Ugyanabban az időben, mikor Augustin az említett hamisítást kiderítette, magam is foglalkoztam a *Gypsophila* gyökerével, de egészen más szempontból. Eddigélé nem volt minden kétséget kizárólag megállapítva, hogy a magyar fehér szappangyökér melyik *Gypsophila* fajtól

származik; lehetett az más faj is, különösen a *Gypsophila arenaria*, másként *G. fastigiata*. Hazánk alföldi homokvidékein mindakét növény nagyon elterjedt s bőven fordul elő. A szakirodalom, nevezetesen Wiesner J. szerint\* kétes, hogy melyik *Gypsophila* faj adja a drogot. Igaz ugyan, hogy a *Gypsophila fastigiata* gyökere gyengébb s nem elég »kiadós«, de ez még nem ok, hogy figyelembe ne vegyük.

Wiesner idézett helyen a drogot (»Radix Saponariae Hungaricae«) részletesen leírja. A közölt leírást idevonatkozó vizsgálataim eredményeivel összehasonlítván, immár minden kétséget kizárólag megállapíthatom, hogy az a drog, mely Wiesner-nek rendelkezésére állott, a *Gypsophila paniculata*-tól származott. Előzőleg mindakét fajt behatóan megvizsgáltam, Budapest környékén, a Rákos mezején gyűjtött példányok alapján. Vizsgálataim eredményeképpen úgy találtam, hogy a két faj gyökere és rhizomahajtása, általános kifejezéssel élve, földalatti szerve, anatómiailag igen jól és minden kétséget kizárólag meghatározható, csak kellő pontossággal járjunk el. Egyúttal könnyen megállapíthatam, hogy az a drog, a mely Wiesner-nek a keze ügyébe került, nem lehetett más, mint *G. paniculata* gyökere. Még ki kell emelnem, hogy »gyökere«, nem pedig a »rhizomája«; ugyanis az anatómiai szerkezet alapján

\* A Természettudományi Társulat növényteni szakosztályának 1905. márczius 8.-iki ülésén.

\* Die Rohstoffe des Pflanzenreiches (2. kiad., II. kötet, 1903, 522. lap.)

azt is el lehet dönteni, vajjon gyökér-, vagy pedig rhizoma-darabbal van-e dolgunk. Egy alkalommal, a deliblati homokon jártamban, gyökérásó embertől, a ki szappangyökér keresésével és eladásával foglalkozik, igen szép darab gyökeret szereztem; ezt a nagy szappangyökeret szintén megvizsgáltam s csakhamar meggyőződhettem, hogy ekkor is az említett vidéken nagy példányokban előforduló *G. paniculata* volt a gyökér.

Figyelembe véve, hogy Wiesner munkájában a *G. paniculata* gyökerét

Radix Saponariae Hungaricae néven alaposan ismertette, a gyökér általános leírását mellőzőm, s a két szóban forgó *Gypsophila* faj megkülönböztető bélyegeit tüntetem fel. A vizsgálatot vízben áztatott, gyengén megpuhult s így metszetkészítésére alkalmas anyagon végeztem; a vízben áztatott és a teljesen száraz anyag különösen a kéreg színére vonatkozólag némileg eltér egymástól: az utóbbi világosabb színű. Tudományos vizsgálat kedvéért czélszerű a rhizomadarábon kezdeni.

### 1. Szabad szemmel való vizsgálat.

#### *G. fastigiata.*

A kéreg kívül sárgásbarna.  
A fa fehéres, nem sárgás.

#### *G. paniculata.*

A kéreg kívül barna.  
A fa világos sárgaszínű.

### 2. Gyenge nagyítással való vizsgálat.

#### *G. fastigiata.*

A radiális irányú, gyengén hajlott hánccsugarak az egész kéreg fél átmérőjén tovább nem igen érnek, minélfogva a »középkéreg«, a melyben már nincs hánccsugár, valamivel vastagabbnak látszik, mint a »belső kéreg«, a melyben hánccsugarak vannak.

A fában az egyes faedények szűkebbek, alig különböztethetők meg. Az egész fa finomabb s egyneműbb szövetű, úgy hogy a vékony keresztmetszet selyemfényű.

A bél alig észrevehető.

#### *G. paniculata.*

A radiális irányú, gyengén hajlott hánccsugarak az egész kéreg fél átmérőjén jóval tovább haladnak, minélfogva a középkéreg elenyésző vékonyságú.

Mivel az egyes faedények tágabbak, a fában jól észrevehetőek. A fa durvább szövetű. Egyes foltokra is akadunk, a melyekben nincs faedény, hanem igen sűrű szövetűek s különösen sárgásszínűek (főleg prosenchymatikus igen vastagfalú elemekből valók).

A bél jól látható, körülbelül 2 mm átmérőjű.

### 3. Mikroszkópi vizsgálat.

#### *G. fastigiata.*

A kéregparenchymában igen sűrűn buzogányfejalakú kristálycsoportok vannak; az egyes kristálycsoportok azonban kisebb méretűek, még pedig, a legnagyobbakat mérve, pl. a következő adatokat kapjuk: 30  $\mu$ , 36  $\mu$ , 39  $\mu$ , 41  $\mu$ .

#### *G. paniculata.*

A kevésbé sűrűn előforduló kristálycsoportok nagyobbak. A legnagyobbak átmérője: 55  $\mu$ , 60  $\mu$ , 62  $\mu$ , 65  $\mu$ .

A faedények a fában elszórtan oszlanak el, csak ritkán fekszik kettő vagy három szorosan egymás mellett. Mindig valamivel szűkebbek, vékonyabb falúak; ritkásan hálózatos vastagodásúak. A legtágabb faedények belső átmérőjének és a fal vastagságának méretei a következők:

$39 \times 42 \mu$	. . . . .	$5 \mu$
$45 \times 45 \mu$	. . . . .	$5.6 \mu$

A rhizoma és a gyökér között a közzölt adatokban általában nagy a hasonlatosság, de bizonyos tekintetben mégis eltérés állapítható meg, melyet a drog

#### *G. fastigiata.*

A legtágabb faedények csavaros-hálózatos vastagodásúak.

Méretek:

$33 \times 33 \mu$	. . . . .	$5 \mu$
$36 \times 36 \mu$	. . . . .	$5 \mu$
$42 \times 42 \mu$	. . . . .	$6 \mu$
$36 \times 54 \mu$	. . . . .	$6 \mu$

A faedények méreteiről tudnunk kell, hogy általában annál tágabbak, minél magasabbrendű évgyűrűt vizsgálunk; azért tisztában kell lennünk azzal, hogy első- vagy másod-, esetleg harmadévi gyűrűt vizsgálunk-e, hogy kétségünk ne támadjon, mikor pl. nem épen  $102 \times 132 \mu$ , hanem csak valamivel kisebb, például  $105 \times 105 \mu$  méretű faedényeket találunk. A vastagodás minőségéről pedig szem előtt kell tartani, hogy a legszűkebb edények minden esetben igen ritkás, többnyire csavaros vastagodásúak; de még itt is különbség mutatható ki. Tudományos szempontból igen érdekes, de esetleg poralakú anyag vizsgálata esetén is fontos, hogy nemcsak a legnagyobb méretű edények, hanem a legszűkebbek is különbözök. A *G. fastigiata* gyökerében vagy  $10 \mu$  átmérőjű faedényeket találunk, a melyek sűrűn csavaros vastagodásúak. A *G. paniculata* gyökerében a

A faedények sok esetben kettesével-hármasával szorosan egymás mellett vannak. Mindig valamivel tágabbak, vastagabb falúak és sűrűbben hálózatos vastagodásúak.

Méreteik:

$60 \times 66 \mu$	. . . . .	$6 \mu$
$54 \times 72 \mu$	. . . . .	$6 \mu$
$60 \times 78 \mu$	. . . . .	$6.5 \mu$

vizsgálata alkalmával figyelembe kell vennünk. A gyökérben különösen a faedények méretei módosulnak némileg.

#### *G. paniculata.*

A legtágabb faedények sűrűn hálózatos vastagodásúak.

Méretek:

$102 \times 132 \mu$	. . . . .	$6.8 \mu$
----------------------	-----------	-----------

$22 \mu$  átmérőjű faedény ritkásan csavaros vastagodású; itt t. i. a csavarköz sokkal nagyobb, mint a milyen vastag a csavarléc, az előbbi faj gyökerében pedig a csavarköz igen keskeny.

A mi a tág faedények »sűrű« vagy »ritkás« hálózatos vastagodását illeti, pontosabban a következőképen fejezem ki: ritkásabban hálózatos vastagodás esetén a faedény fél oldalán keresztül húzott vonal egy, két, három, legfőljebb négy, igen hosszúra nyúlt vermet vág át; sűrűn hálózatos vastagodás esetén a faedény fél oldalán végig húzott vonal átlag négy vagy öt, kissé nyúlt vermet szel át.

E vizsgálattal kapcsolatosan e tárgyra vonatkozó, elvi természetű kérdéseket is szeretnék még érinteni.

Elvi szempontból igen fontosnak tartom, hogy a két, egymással közel rokon faj földalatti szerveit drog állapotban, sőt esetleg porrá tört alakban is pontosan

meg lehet határozni. Ennél még könnyebb anatómiai úton eldönteni, hogy milyen családba és nembe tartozik az esetleg kérdéses drog. Ugyanis a magyar fehér szappangyökereknémelykor a *Glycyrrhiza echinata* gyökerével hamisítják, a mely növény a Magyar Alföldön a folyók mellékén igen gyakori s bőven fordul elő. Minthogy azonban ez utóbbi a Papilionaceák, a *Gypsophila* pedig a Caryophyllaceák családjábatartozik, Solereder-nek ismert szisztematikai anatómiai művében közölt adatok alapján is azonnal tájékozódhatunk a kérdéses anyag termő növényéről. Ha a vizsgálatot folytatjuk, csakhamar a génuszt is meghatározhatjuk.

Hogy a növények és növényi eredetű anyagok a családig és génuszig terjedőleg anatómiai úton jól meghatározhatók, arra vonatkozólag mind a tudomány, mind az alkalmazott botanika s a gyakorlat emberei általában egyetértének. De eltérők a vélemények, vajjon mikroszkóppal a faj is biztosan meghatározható-e, különösen az esetben, a mikor csak földalatti szervek s nem is egészen ép állapotban állnak rendelkezésre. Talán elég hivatkoznom, hogy olyan tekintélyek, mint Hartig R. és Wilhelm K. úgy nyilatkoztak, hogy pl. a közép-európai *Quercus* fajok fáját anatómiailag nem lehet meghatározni.\*

Hasonló fogas kérdés pl. a *Polygonatum* fajok rhizomájának anatómiai meghatározása. Törvényszéki vizsgálatok alkalmával biztosan meg lehet állapítani a génuszt, de a faj meghatározása ritkán sikerül s általában elfogadott az a vélemény, hogy nem is lehetséges.

Ezzel ellentétben már eddigi, még tökéletesen be nem fejezett vizsgálataim alapján is az a meggyőződés, hogy a *Quercus* fajok fáját egész pontosan meg

lehet határozni. A *Polygonatum* fajokra vonatkozólag már kész dolgozataimban\* kimutattam, hogy milyen alapon sikerül biztos meghatározásuk. Mindezt csak az elv kedvéért emlitem meg s azt az elvet kívánom hangoztatni, hogy a mely növény szisztematikailag egyáltalán biztosan meghatározható, ugyanazt egyes szerveinek anatómiája alapján is meg lehet határozni.

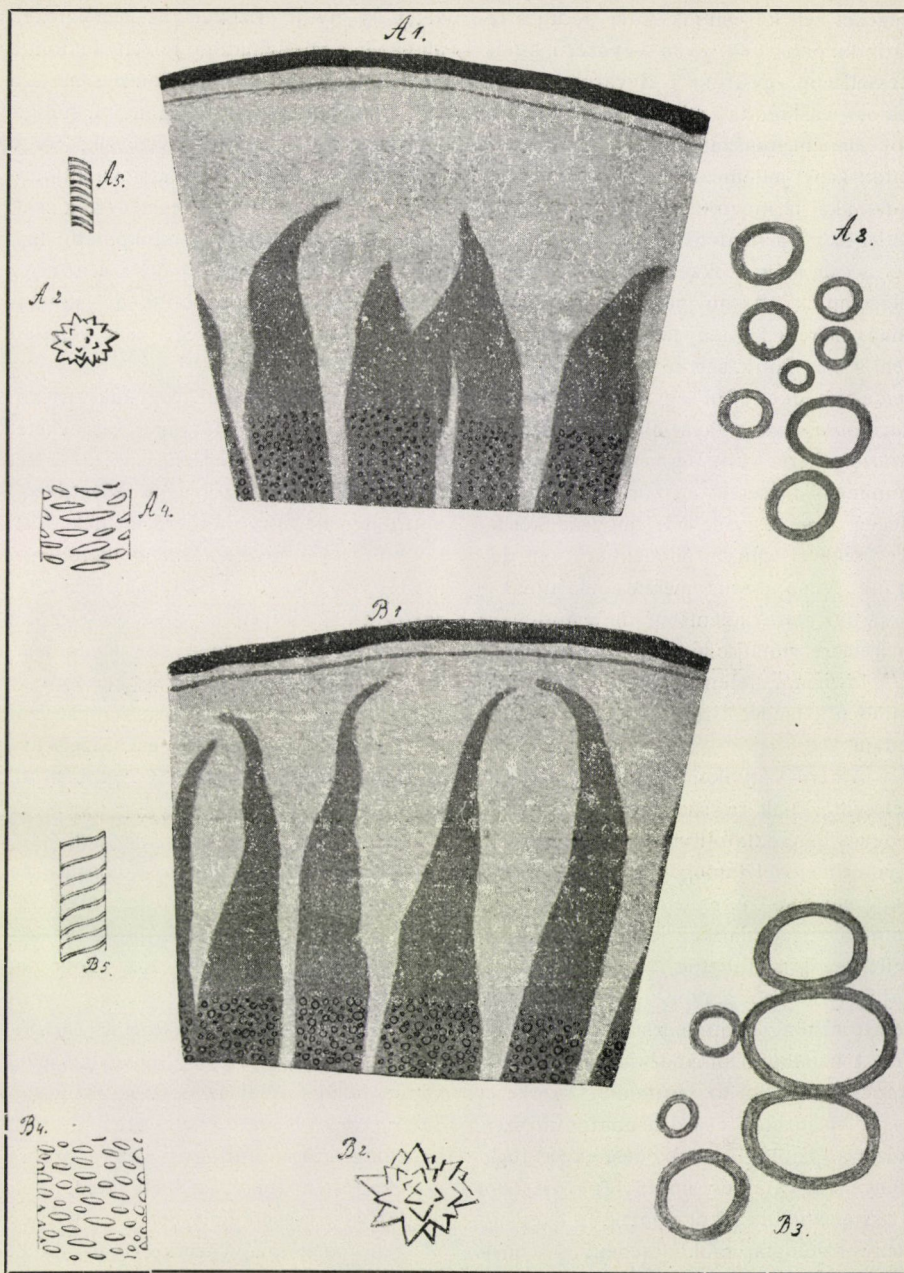
Hogy a gyakorlatban még a legszorgosabb vizsgálat esetén sem sikerül czélt érni, oka sokszor az anyag tökéletlen volta. Így a nagyon is feldarabolt és még hozzá elváltozott, pl. felforralt, megaszalt vagy félig-meddig megemésztett anyag némely esetben megismerhető, más esetben már nem. Ezeket az eseteket nem tekintve, az anatómiai szerkezet igen biztos alapot nyújt, hogy a növényeket még egyes szerveikről is meghatározhassuk. Csak hogy a módszer még nincsen véglegesen kiépítve.

Az anatómiai meghatározás módszerének egyik igen fontos mozzanata, hogy vizsgálatainkban nagyobb részletességgel kell kutatnunk. Hogy közeleső példát említsek, a két *Gypsophila* fajban egyebek között a tágabb faedények vastagodását, falszerkezetét is figyelembe kell venni. Ha megelégszünk, hogy a *G. paniculata* gyökerében az illető faedény nem csavaros, nem gyűrűs, nem vermes, hanem hálózatos vastagodású, azután pedig a *G. fastigiata* gyökerét vizsgálva, itt is ugyanarra az eredményre jutunk: bizony faji különbségre nem teszünk szert. Ámde a faji megkülönböztetés alkalmával éppen nem szabad felednünk, hogy abszolút különbségek nem igen mutatkozhatnak, hanem relativ különb-

\* Természettudományi Füzetek, XXIII, 1900, 66. lap.

Növénytan Közlemények, III, 1904, 49. lap.

\* Wiesner, i. h. 896. és 897. l.

A 1—5 : *Gypsophila fastigiata* :

A1 rhizomájából való részlet. Gyenge nagyítás. — A2 kérgéből való kristálycsoport. — A3 rhizomájából való faedénycsoport. — A4 a rhizomájából való tág faedény részlete. — A5 gyökeréből való szűk faedény részlete. 200/1.

B 1—5 : *Gypsophila paniculata* :

B1 rhizomájából való részlet. Gyenge nagyítás. — B2 kérgéből való kristálycsoport. — B3 rhizomájából való faedénycsoport. — B4 rhizomájából való tág faedény részlete. — B5 gyökeréből való szűk faedény részlete. 200/1.  
(A rajzok 1/4-del kicsinyítvék).



ségeket kell keresnünk. Már pedig a relatív különbségek olyan egyszerű kifejezéssel, mint »gyűrűs«, »csavaros«, »hálózatos« vastagodás stb. ki sem fejezhetők, hanem hosszabb körülírással kell a látott képet jellemeznünk s még méretbeli adatokkal is megtoldanunk. Nélkülözhetetlenek pl. a faedények maximális méretei is; de még ezekkel sem szabad megelégednünk. A mi példánkban a minimális méretű faedényeket is számba vettem s még faluk szerkezete szerint is jellemeztem őket. Ha egyik kezemben *G. fastigiata*, másik kezemben *G. paniculata* gyökere van, természetes, hogy a minimális méretek adataira nincs szükségem; de tegyük föl, hogy a két faj keverékével durva poralakban van dolgunk. A maximális méretek elárulnák a *G. paniculata* jelenlétét, de a minimális méretekre vonatkozó adat segítségével a *G. fastigiata* jelenlétét vagy hiányát is minden kétséget kizárólag meg lehet állapítani.

A kérdés gyakorlati oldalát nem részletezem; csak rá szeretnék még utalni, hogy a hangoztatott elv milyen tudományos elmélettel támogatható. A növényfajt mai nap már nem tekintjük úgy, mintha szisztematikai jellemvonásait véletlennek köszönhetné, hanem a külső, fajilag jellemző alakon belül fajilag jellemző fiziológiai működést is tételezünk fel. A fiziológiai működéssel igen szoros kapcsolatban áll az anatómiai szerkezet is. A külső alak és belső, anatómiai szerkezet a fiziológiai működésnek a függvénye. Ha valamely növény egy másiktól szisztematikailag különbözik, a két növény fiziológiai működésében, s ennek megfelelően külső és belső szerkezetében is eltérő. A sejt, szövet és szerv létrejövétele fiziológiai működés folyamánya; a mely fiziológiai működés szisztematikailag jellemző külső alakot eredményez, szisztematikailag jellemző belső szerke-

zetet is nyújt. Ezeken az elméleteken alapszik a szisztematikai növényanatómia és a fiziológiai növényanatómia s mind a két disciplina haladása bizonyítja helyes voltukat. Ebből pedig következik, hogy valamely két rokon faj anatómiai különbsége pontos vizsgálat esetén nemcsak kideríthető, hanem meg is okolható, fiziológiailag megmagyarázható s a növény külső alakjával kapcsolatba helyezhető, szóval nem esetlegesség, nem véletlen játéka.

Még nagyon távol vagyunk ugyan, hogy minden faj anatómiai szerkezetét ily módon megmagyarázhassuk, de a két *Gypsophila* fajról szólva, a következők mindenesetre figyelmet érdemelnek. Látuk, hogy a *G. paniculata* gyökerében a faedények átlag jóval tágabbak, mint a *G. fastigiata* gyökerében, továbbá hogy az előbbiben a szűk faedények vastagodásában a csavarmenet aránylag igen laza. A nagy, tág faedények nyilván több vizet szállíthatnak az időegységben; ezzel kapcsolatba tehető, hogy a *G. paniculata* gyorsabban s nagyobbra nő, mint a *G. fastigiata*; levelei is szélesebbek, szóval transzspirálása minden valószínűség szerint erősebb. A *G. fastigiata* szárájával alacsonyabb, levelei pedig keskenyebbek, a mi érthetővé teszi, hogy faedényei szűkebbek, mert hiszen gyengébb vízáramra van szüksége. A *G. paniculata* gyorsabb, erősebb növekedésével kapcsolatban állhat az is, hogy szűkebb edényeinek csavarmenetes vastagodása aránylag laza, minthogy a gyökér gyors növekedése közben az illető faedények maguk is erősen megnyúltak.

Az anatómiai szerkezetben talált különbség magyarázata fiziológiai kísérettel nincs bebizonyítva, de hogy okszerű kapcsolat mégis található, legalább az az egy adat némileg támogatja, hogy a szűkebb faedényeket tartalmazó faj kisebb termetű s a levele



keskenyebb, a tágabb faedényekkel bíró faj pedig nagyobb termető s a levele szélesebb.

Mindezek alapján az összes növényeknek anatómiai szerkezet alapján való meghatározását legalább elvileg lehetsé-

gesnek kell vallanunk ; a gyakorlati anatómia érdekében pedig a módszer alapos és a legapróbb részletekig terjedő kiépítésére kell törekednünk.

DR. BERNÁTSKY JENŐ.

## A geofizika jelenlegi problémái.

(George F. Becker beszéde az 1904. szeptember 21-iki nemzetközi kongresszuson St.-Louisban.)

A geofizika az általános fizikának az a része, mely a Föld fejlődésének és jelenlegi állapotának magyarázatával foglalkozik. Mind kísérleti, mind elméleti részében a komoly nehézségek egész sorozatát tárja elénk, s ez az oka, hogy még sok problémája megoldatlan.

E tudomány birodalma a Nap ködgolyójával és a Föld-Hold-rendszer keletkezésével kezdődik. A naprendszer egyes tagjainak mozgásában tapasztalt megegyezések K a n t - o t és L a p l a c e - t arra indította, hogy a bolygók, a Nap és a többi csillag keletkezését ködgomolyban keressék, a melyről feltették, hogy eredetileg egy, vagy több mag körül tömörült. Máig sem sikerült valamely más, ettől lényegesen különböző hipotézist valószínűvé tenni és a Föld története, mely csakis e bolygó képződése után kezdődik, félig elégít csak ki bennünket. A mindenség nagy drámájában e ködképződések előtt is történt egy és más, de máig sincs róla tudományos képzetünk. Az ősköd hipotézise, a mint szerzője felállította, megmagyarázza a hasonlóságot a naprendszer egyes tagjainak összetételében, a miről a meteoritek és a spektroszkóp felvilágosított. Ugyanez a hipotézis számot ad a Földgolyó egyenlőtlenségeiről is, a mint a tengerek és hegységek nem szimmétriai eloszlásában, a nehézségnek a felszínen való anomáliái-

ban, úgyszintén némely ásványok (pl. az ón és a kénese) előfordulásának bizonyos helyhez kötött voltában és némely alkáliáknak a hegységekben meg a nagy síkságokban való uralkodásában nyilvánulnak. Ezek az egyenlőtlenségek különben nem nagyon tetemesek. A nehézség ereje és a földrajzi szélesség közti általános kapcsolat, a Földnek közel szferoid alakja és más tények bizonyítják, hogy az az anyag, melyből bolygónk áll, sűrűségét tekintve, majdnem szabályosan van rendezve és elosztva, továbbá, hogy az egyenlő sűrűségű rétegek ellapultak. Ez és más tények szembeütővé teszik, hogy a Föld eredetileg a felszíne alatt legalább is jó mélyen folyó állapotban volt. H o u g h t o n, és újabban C h a m b e r l a i n azonban feltette, hogy az eredetileg köd alakú anyag tömörülése oly lassú volt, hogy az e közben keletkező meleg nem elegendő az elemek gőzzé alakítására. És a csak ilyen felszíni olvadásnak hipotézise az anyagnak előbb említett különműködésével összeegyeztethető. A diffúzióknak nyúlós folyadékokban való törvényeiből következik, hogy oly eredetileg heterogén folyadékban, mely a Föld tömegének egy tizede, a teljes egyöntetűség csak mintegy 50000 millió év múltán állhatott be. Másrészt pedig nincsen különös okunk annak feltevésére, hogy a kozmikus köd vagy a

Föld anyaga eredetileg teljesen homogén lett volna.

A sűrűség eloszlása a Föld belsejében a geofizika egyik legfontosabb problémája, úgyszintén a geodéziának, valamint a földmágnességnek és geológiának is. A legtöbb geofizikusnak az a nézete, hogy Laplace tapasztalati törvénye a sűrűség növekedéséről a Föld belsejében megközelítőleg helyes, de nyilván csak közelítés az egész és nincs elméleti alapja. Mindazonáltal kiterjedt vizsgálatok tudnák lehetővé tenni, hogy más, jobban megokolt feltétellel helyettesítsük.

Jelenleg meglehetősen általánossággal felteszik, hogy a Föld a belsejében szilárd, bár a cseppfolyós belsejéről való hipotézis csak nagy fáradsággal mellőzhető. Lord Kelvin az árapályról szóló tanulmányaiban kimutatta, hogy a Földszilárdsága körülbelül akkora, mint az aczélgolyóé és Newcomb a Chandler-től kifejtett nutáció-jelenségek vizsgálatkor ugyanezen eredményre jutott. George H. Darwin kimutatta, hogy ha a Föld nyúlós folyadékból állana, szívóssága a 0<sup>o</sup>-ú szurok szívósságának több mint 20000-szerese volna. Ám a Föld belsejének halmazállapota, a modern fizikai chemia szempontjából vizsgálva, és Arrhenius nézete szerint újabb vizsgálatokra szorul. Valóban igen nagy fontosságúnak látszik annak megállapítása, vajjon a Föld belseje kristályos, vagy amorf tömeg-e, mert sok fiziko-chemikus az amorf anyagot valami folyadékfélének tekinti. Figyelemreméltó, hogy a Föld átlagos merevsége körülbelül ugyanaz, mint az aczéle, mert épen ez az egyetlen anyag, melyről remélhetnők, hogy nagy tömegekben találhatjuk a Föld belsejében. Mindamelllett abból az ellentállásból, melylyel a Föld-golyó az alakváltozásnak ellentáll, mégsem következtethetjük, hogy belsejében leginkább aczélből állana; mert tudjuk, hogy a

rugalmas ellentállás egyidejűleg a nyomástól és a hőfoktól függ, és a míg az itt fennálló viszonyok kísérletileg és elméletileg megállapítva nincsenek, az árapály-jelenségek hatásából a merevség fokára nem lehet biztosan következtetni.

Miután Lord Kelvin kimutatta, hogy a Föld szilárd testként viselkedik, Fourier egyik tétele, és annak felvétele alapján, hogy a Föld kezdetleges hőfoka 3900<sup>o</sup> volt, meghatározta a korát. Ily módon 98 millió évet állapított meg; de, tekintve, hogy nem ismerjük a Föld belsejében levő anyag fajmelegét, és tekintettel más körülményekre, azt következteti, hogy a Föld valóságos kora 20 és 400 millió év között van. Clarence King, a diabasznak szilárd állapotba való átmenetekor tapasztalt térfogatváltozására, melyet az ő biztatására C. Barus tanár állapított meg, és a nyomásnak az olvadáspontra való hatására támaszkodva, még tovább ment. Abból indulva ki, hogy a Földnek sohasem lehetett olyan szilárd kérge, mely kisebb sűrűségű folyós anyagon úszott volna, kiszámította, hogy a felszín első megzilárdulása óta maig legfeljebb 24 millió év folyhatott le, feltéve, hogy a befelé való hőemelkedés és a hővezetőképesség helyesen van meghatározva.

Mind e vizsgálatok, valamint azok is, melyeket Helmholtz végzett a naprendszer koráról, arra vezettek, hogy a kort, melyet a geológusok a másodlagos rétegeknek tulajdonítottak, csökkenteni kell. Mert a geológusok sokan, talán a túlnyomó részök, jelenleg e geológiai folyamatok kifejlődésére szükséges időt 100 millió évre teszik. Addig azonban, míg a Föld belsejében levő anyagnak hővezetőképességét nem ismerjük, a kérdést semmi esetre sem tekinthetjük megoldottnak. Ha pl. a Föld magva vasból állana, a nagyobb hővezetés miatt a Földnek nagyobb korára

kellene következtetni, mint a minőt King kiszámított; azonban azért az sem lépné át a Lord Kelvin kijelölte határokat. Kelvin és Darwin vizsgálatai kétségtelenné teszik, hogy valaha a Föld a Földhöz közelebb volt, mint ma, és hogy a Föld forgása gyorsabb és lapultsága nagyobb volt. Ha a Föld folyós volt, alakváltozása csak nagyon kis mértékben hathatott szerkezetére; de, ha a Föld belseje legnagyobb részt kristályos vasból vagy nikkelből állott volna, alakjának ily megváltozása igen valószínűen szét szakította volna. Azóta, hogy a Föld tengelyforgása 5 óra 30 percz alatt történt, sarki tengelyének több századrészszer meg kellett hosszabbodnia, különösen akkor, mikor a forgás ideje 11 óra volt. Ha a Föld kovácsolt vasból állana, ilyen meghosszabbodás plasztikus alakváltozással létrejöhetett volna, csak hogy a meteorvas ebben a tekintetben az öntött vashoz hasonló és így ilyen körülmények közt összetörnek.

Kétségtelen, hogy a nagy tengeri medenczék legtöbbjének keresztmetszete és a felszínnek legfőbb tektonikai vonalai körülbelül azokon a legnagyobb körökön jelenkeznek, melyek az Északsarki-tengerre és a Délsarki kontinensre vonatkozólag tangentialisan haladnak. Ezeknek a vonalaknak vagy legalább nagyobb részöknek nagy a geológiai koruk, főirányzataikban a legkorábbi élőlények koráig, sőt néhány esetben még azon túl is visszanyúlnak. Nagyon valószínűnek látszik, hogy a Föld felszínének törési főhelyeit a forgási idő változásával kapcsolatos alakváltozás okozta. A Föld forgástengelyére vonatkoztatott szimmétriás elosztásuk szembetűnő, éppen úgy az is, hogy nagy mélységre hatolnak le. Hatalmas erőnek kellett őket létesítenie, olyannak, mely a Föld tengelyének irányában hatott és a Föld délköreinek elliptikus alakját megváltoztatta. Mert ezek a mélyedések

a Föld alakjának változása nélkül nem képződhettek, a Föld alakváltozásának egyetlen ismert módja pedig éppen az, melyet leírtunk. Ha másrészt a Föld a belsejében egyöntetű volna, e szakadékok a 45° szélesség alatt levő kis párkörökön és nem 70° alatt levőkön volnának; mivel azonban a Föld nem homogén, a felvételt egyáltalán mi sem czáfolja meg. Akárhogyan álljon is a dolog, annyi igaz, hogy emelkedések és süllyedések, valamint az őket kísérő összehúzódások az egész geológiai történelemben, azaz abban az időszakban jelentkeztek, melyre nézve a fossziliák vezetőink a rétegek egymásutánjában. Az összehúzódás elmélete teljesen elégtelen, hogy a Föld hegységeinek szerkezetében kimutatható alakváltozásokról számot adjon és a heven folyós közettömegek terjedésének elmélete ép oly kevésbé kielégítő. Én a Földet oly gépnek nézem, melyben a hőenergia veszteségét azon külső energia egy részének tovavezetése kíséri, mely a szárazföldek emelésében és redőzetében nyilvánul. A hegyképződés az emelkedés és süllyedés óriási tűneményei mellett csak mellékes részlet, de mind a kísérletnek, mind pedig az elméletnek végtelenül összebogozott problémákat ad fel.

A seismologia nagy kiterjedésű tudomány, de ezidőszert majdnem egészen hiájával van az elméleti alapnak. A földrengésre vonatkozó észleleteknek kellene eszközt szolgáltatniok arra nézve, hogy a Föld egész tömegének rugalmas tulajdonságait tanulmányozhassuk, de még hiányzik a rezgések elmélete az olyan szferoidszerű testekben, a minő a Föld is. Közben növekszik az egyes észleletek száma; de előre látható, hogy mindaddig nem igen viszik előre a probléma megoldását, míg nem sikerül a rezgésnek úgy függőleges, mint vízszintes összetevőjét megállapítani, más szóval, míg nem ismerjük a földrengési hullám kisugárzásának szö-

gét és azimutját. A földrengések a vizsgálatnak nagyon érdekes tárgyai; némelyek szembetűnően vulkáni eredetűek, mások a rétegben véghezmenő szerte-ten változásokra vezethetők vissza; mindazonáltal nagyon lehetséges, hogy mindkét esetben ugyanaz az ok hat. De egyetlen tünemény sem adott okot oly különböző nézetekre, mint a tűzhányók eredetének és mechanizmusának kérdése. A legtöbb geologus azt tartja, hogy a vulkánok olvadt anyagok földalatti tartóival állanak kapcsolatban, mely tartók ősidőktől fogva megvannak. Valószínű, hogy a láva attól a pillanattól kezdve lökődik ki, melyben a heven folyós anyag eléggé nagy mennyiségben gyűlt össze, valamint a víz is túlcsap a gáton, a mint bizonyos magasságot elért. A sziklatömegeknek a Föld külső burkolatában való folytonos mozgása is bizonyítja, hogy a Föld bizonyos rugalmas alakváltozás alatt áll. Valahol egy köbmérföld a nyomásnak ellentáll merevségénél és összenyomhatóságánál fogva; ha azonban ez a köbmérföld megolvad, a merevség eltűnik és a környező tömegek kifelé szoríthatják. E mellett bizonyára az elzárt gázok és a Suess említette juvenilis vizek\* is fontos tényezők. Minél tovább tanulmányozom azonban ezt a tárgyat, annál kevésbbé tarthatom valószínűnek, hogy az olvadt láva nagy tömege a Föld mélységeiben hosszú ideig egyensúlyban maradhasson. Ellenkezőleg a kiszorításának kedvező körülmények legazonnal maximumra jutnak, mihelyt a kitörésre elegendő láva megolvadt.

A láva heven folyós állapotának okát nagyon gyakran abban keresik, hogy a nyomás változik; de ez a magyarázat nem egészen kielégítő. Mikor mély hasadék támad, az alján levő kőzet valóban folyóssá válhatnék, de, ha az üreg kitöltődött,

az eredeti nyomás és a régi rendszer szilárdsága ismét helyreáll. A kik a mechanikai hatásokat a hegylánczatokban mindenrészletükben tanulmányozták, tudják, hogy határozott jelek vallanak arra, hogy mily sok energia pazarlódik ott el; és még ez sem volt elég, hogy a sziklákat megolvaszsa, jóllehet a szikláknak magas hőfokot kellett öltetniök az oldalnyomás következtében, melynek alá voltak vetve. Ebből a szempontból a vulkánizmus a hegyképző mozgás egyik alakjaként nyilvánul és ott keresendő, a hol a mozgás oly csekély területre szorítkozik, hogy aránylag igen nagy mértékű helybeli energia használódik el. Az is lehetséges még, hogy az olvadó tömegek hőmérséklete víz beszívargására megváltozik. Ez a feltétel valóban ráillik Hawai tűzhányóira, a hol semmiféle törési mozgás nincs.

A magmás oldatok fizikája oly tárgy, melylyel eddig kísérletileg úgyszólván egyáltalán nem foglalkoztak, pedig sok geológiai elmélet a magma bizonyos sajátosságainak feltételes felvételén alapszik. Csak nemrég határozták meg kielégítőleg bizonyos számú oly ásvány olvadáspontját, melyek a sziklaképződésben fontos alkotórészek.

Sok okból nagyon valószínűnek tartom, hogy a gránitos magmák épen nem folyadékok, hanem szilárd testek emulziói, melyeket a plasztikus agyaghoz hasonlíthatunk és melyekben a szilárd alkotórészeket magmás folyadék nedvesíti át. Ily tömegek mechanikai tekintetben úgy viselkednek, mint a puha testek, bizonyos fokig merevek és bennök a diffúzió a minimumra csökken. Tömegükben előállhatnak repedések, de akkor a folyékony rész a keletkező üregekbe szívárog bele. Különböző ásványok kristályainak egyidejű képződése csakis ilyen magmában érthető.

Azt hitték ezelőtt, hogy homogén,

\* Pótfüzetek 1904. évf. 37—46. 1.

folyós magma az ozmotikus nyomás különbözősége miatt molekuláris eltolódásra több, különböző homogén magmára bomolhat szét; azonban jelenleg be van bizonyítva, hogy ilyenmű hatások még sokkal lassabban mennek végbe, mint a melegnek diffúziója és hogy csak néhány centiméternyi távolságra terjednek. De a lakkolithek megvizsgálása és hasonló tűnemények kétségtelenné tették, hogy egy és ugyanaz a magmás tömeg kihűlésekor azonos eredetű, de különböző összetételű kőzeteket hozhat létre. Mint-hogy az elkülönítés nem molekuláris, magában a tömegben kell végbemennie. Az egyetlen ily magmában könnyen érthető áramlatok a konvekciós áramok, és ezek, mint minden más hasonló mechanikai mozgás, szükségképen különféle kristályosodásra vezetnek; oly jelenség ez, mely már *Aristoteles* idejében ismeretes volt és melynek majdnem kimaradhatatlanul be kell következnie, valahányszor összetett folyadékok szilárd állapotba mennek át. Ez a neme a lecsapódásnak teljesen különbözik a magmás kőzettömegek elkülönődésétől, mely csakis egy folyadéknak két vagy több más meghatározott folyadékra való szétválasztódásából áll.

Egy további probléma, mely abban a mértékben növekszik érdekességében, a mely mértékben a Föld belsejében a szén fog, a petróleum eredete. Sokat lehet *Mendelyéjev* azon eszméje mellett harczba vinni, hogy a folyékony szénhidrogének a Föld magvában levő szénvas bomlási termékei. Az ásványolajok rengeteg tömegei a Kaspitenger medencéjében és a Kaukázusban, úgy látszik, nem egyeztethetők össze állati vagy növényi eredettel, bár a laboratóriumokban valóban oly folyadékokat állítottak elő a szerves anyagokból, a melyek a petróleum kémiai természetével megegyeznek. Másrészt némely meteoritban szénhidrogének

voltak, és a geológusok ebből következtetik, hogy a petróleum eredete magában a Föld anyagában van. Ha ez a folyadék se nem állati, se nem növényi eredetű, úgy mennyiségre nézve valószínűleg ki-meríthetetlen. Kíváncos volna, hogy a vulkáni jelenségek viszonya az aszfalt-féleségekhez és a szénhidrogénekhez általában bővebb kutatás tárgya legyen.

Az ásványi anyagok a geológiának azt az ágát alkotják, a melyet legelőbb tanulmányoztak és mely érdekességét mindaddig nem veszti el, míg az emberiség felfelé irányuló mozgalmában van. Mindazonáltal sokat kell még tenni, hogy a kísérletek a geológiai kutatást támogassák. Az ércztelések keletkezésének módja még mindig igen homályos és vajmi nehéz ez irányban világosságra jutni, mielőtt jobban nem ismerjük a Föld belsejét. Néha úgy látszik, hogy eredetöket illetőleg a szomszéd kőzetekre utalnak, más esetekben azonban megjelenésük körülményei azt sejtetik, hogy a kőzetek és ereik fémestartalmukat a Földben mélyen fekvő közös forrásból kapják. E jelenségeket és másokat is jól magyaráz *Suess*-nek a juvenilis forrásokról adott elmélete. Jelenleg fel is veszik, hogy sok kiterjedt vasércztelep a Föld mély magmájából ered.

Az erózió oly jelenség, mely véleményem szerint exaktabban volna tárgyalható, mint a hogy eddig történt. A levegő és csapadékok hatása és az abrázió egyenlő térfogat mellett a megtámadott felszínnel arányos sebességgel történik. Az idevágó tűnemények ennél fogva arra irányulnak, hogy egyenlő térfogat mellett legkisebb felszíneket okozzanak és az erózió matematikai tárgyalása a hajcsövességével azonos.

A geológiai klímák egyformán érdeklik az asztrofizikust, a meteorológust és a geofizikust. *Langley* és *Abbott*, úgy látszik, a Nap kisugárzásának energiájá-

ban újabb ingadozásokat mutatott ki; ha ily ingadozások a geológiai történelem folyamán tetemesek voltak, a trópusi vidékek palaeontológiai leleteinek kell róluk felvilágosítást adni. A légkör összetételének változásai a Föld felszínének középhőmérsékletére, ép úgy a hő eloszlására is, nagy hatással voltak, azonban a víztömegek elosztása is ugyanolyan hatással lehetett. A mi a jégkorszakot illeti, a magyarázó kísérletek közül máig egyet sem fogadtak el általánosan. Én bebizonyítottam, hogy a glecszerképződés legkedvezőbb asztronómiai körülményei akkor állnak elő, mikor egyidejűleg a Föld pályájának és egyenlítőjének síkjai között a szög (az ekliptika hajlásszöge) nagy, a föld-pálya excentricitása pedig kicsiny, de hipotézisem eddig kevés követőre talált. Ha beigazul, akkor a geológiai időszakok tartamát ki lehet majdszámítani, csak a csillagászok a Föld-pálya elemeinek százados változásáról való elméleteket kellően tökéletesítsék.

Földünk történetére nézve még fontos fölfedezésekkel biztató tény, hogy a lávátömegek és rétegeik annak az időnek és helynek mágneses deklinációját és inklinációját tartják meg, a mikor és a hol megmerevedtek. Bizonyára el fog jönni az az idő, mikor e körülményre támaszkodva, meg fogjuk határozhatni a lávák viszonylagos korát, a kitörés időszakának tartamát és talán még pontosabb adataikat is.

A geológiának sokáig az exaktság hiányát vetették szemére és, miként kimutattam, még ma is a »minőségi időszakban« él és teljesen nélkülözi azt a pontosságot, mely pl. az asztronómiát jellemzi. Azok, kik egész buzgalommal művelik, ritkán érték el, hogy a hatások és okaik közti kapcsolatot mennyiségiileg megállapítsák, ellenkezőleg be kellett érniök megközelítéssel. Így tehát a geológia még mindig nagy mértékben a véle-

mények foglalatja. De ebben a geológusok nem hibásak. A ki ezen a területen akar dolgozni, bizonyos előzetes hipotézisekből kell kiindulnia és minden, a mit végre is meg lehet követelni, az, hogy a tudomány a kor színvonalán álljon. A geológus mindig oly tünetmennyekkel találja magát szemközt, melyek a fizika vagy chemia birodalmába tartoznak, de a melyeket ezek a tudományok még nem magyaráztak meg; ennél fogva be kell érnie valószínűségekkel ott, a hol még nem juthat biztos következtetésekre. Ugyanebben a helyzetben voltak K e p p l e r elődjai: följegyezték a tényeket és általánosítottak, a hogy épen tudtak. A geológus a fizikushoz fordul felvilágosításért, de a legtöbb esetben azt kapja feleletül: Nem tudjuk! Az asztrofizikus körülbelül ugyanabban a helyzetben van; mert a csillagászok sem tudnak a csillagok térbeli eloszlásáról többet, mint a geológusok a Föld belsejében levő rétegek sűrűségéről. A magas hőmérsékletek fizikájának és chemiájának pontos ismerete a geológiának ép úgy hasznára válnék, mint nekünk. A geofizika bolygónknak, az egyetlennek, melyhez közvetlenül hozzáférhetünk, asztrofizikája. A geodézia is, csak úgy mint a földmágnesség tana, geofizikai problémák megoldására vár. Lord Kelvin és George H. Darwin megmutatta, mennyit tehet e tekintetben az egyes tudós, de egész sereg idevágó probléma van, melyeket egyéni iparkodás le nem győzhet és a melyek a fizika további fejlődésére ép oly fontosak, mint a geológiáéra és asztrofizikáéra.

Az eddigi rövid ismertetésben iparkodtam megmutatni, hogy a Föld története telis-dentele van problémákkal, melyek közül jelenleg csak kevés van megoldva, bár sok esetben a megoldásról már bizonyos sejtelmünk van. Iparkodtam kimutatni, mily taktikára van szükségünk,

hogy nagy ellenségünknek, az ismeretlennek, nagyon megerősített állását bevehessük.

Ha a kérdést általános szempontból vizsgáljuk, könnyen észrevehetjük, hogy az esetek túlnyomó részében a szilárd és cseppfolyós testek bizonyos sajátságainak és a szilárd állapotból a folyósba való átmenetnek megvizsgálása szükséges. A kísérlet dolga az első vonatkozások megállapítása, a mennyiségtani fizikáé pedig, hogy ezekből a további logikus következtetéseket levonja. A geofizika módszeres tanulmányozásában a munkára mindkét irányban jut anyag és alkalom.

Kétségtelen, hogy a Föld belsejének jellemző sajátságai és az ott érvényesülő törvények teszik a geológiai és geofizikai vizsgálatok fő tárgyát. Mindenki elismeri, hogy a Föld középpontja közelében óriási nyomásnak és felette magas hőfoknak kell uralkodnia, de addig lehetetlen meghatározni, milyen az ott levő anyag állapota, míg nem tudjuk, hogyan viselkednek a testek igen nagy nyomás alatt és körülbelül 2000° C. hőmérsékleten. Jogosan feltehetjük, hogy a szilárd és alakjokat nem változtató testek oldalról jövő nyomás alatt tökéletesen rugalmasak. A geofizika alapproblémája tehát a rugalmas összenyomhatóság törvényeinek megállapítása, a mi közvetlenül ugyan lehetetlen, de más úton sikeresen elérhető. Ha e tekintetben kielégítő eredményre jutottunk, a hőfoknak a rugalmasság változására való hatását kell tanulmányoznunk, a mi nagy kísérleti és elméleti nehézségekre vezet, melyek legyőzése azonban mégsem lehetetlen.

Ha a rugalmasság törvénye és a Föld általános szerkezete ismeretessé válik, nem lehetetlen, hogy az egyszerű ingások kielégítő elméletét oly golyóban mint a Föld, kidolgozzuk és a rugalmassági modulust a Föld belsejében a seismiai hullámok pályája mentén a seismológus

feljegyzések segítségével kiszámítsuk. Lehetségessé válik továbbá, hogy a Föld alakváltozása okozta törések mikéntjét kritikailag megvilágítsuk, a rétegek redőzését és a hasonló kérdéseket tárgyaljuk.

A rugalmasságtanulmányozásának története tele van csalódással. Akár milyen egyszerű az »ut tensio, sic vis« axioma, mégis már oly látszólag egyszerű kérdésben, mint a minő egy derékszögű metasztű, egyenletesen megterhelt rúd meghajlása, oly fel nem oldható egyenletekre bukkanunk, hogy a tudomány ez ága bizonyos pontig meddő maradt. Be kell várnunk, vajjon a megterhelés és alakváltozás közti helyesebb viszony nem fog-e ez esetben a mennyiségtani képletek egyszerűsítésére vezetni. Az ásványi választófalak dialytikus hatása semmiképpen sem érinti az asztrofizikát, de az ásványi üledékek átváltozásának kérdésére nézve nagyérdékű és esetleg még az ipar tekintetében is fontos lehet. Valamely diffúzió viscositásának viszonyai még nem eléggé ismeretesek a közönséges hőmérsékleten, sem pedig nagyfontosságú volna ezt tisztázni, hogy megérthetnők a különféle kőzetfajok képződését. A vizsgálatot alacsony hőfokon kellene megkezdeni, azután később a magasabb hőmérsékletet, hogy lássuk a jelenség lefolyására hatását. A magas hőfok hatásának tanulmányozásában minden adat fontos, még a rugalmasság tekintetében is, itt tehát még ma alig érintett területről van szó. Még maga a hőfok mérése is tökéletlen, mi helyt körülbelül az arany olvadási pontjának megfelelő hőfokról van szó, mindamelllett úgy látszik, hogy ma már a pontos eredmények útján vagyunk, egész 2000°-ig terjedőleg, a mi geofizikai kérdésekben valószínűleg ki is fog elégíteni. Majdnem teljes bizonytalanságban vagyunk az iránt, mily mértékben érvényesek a közönséges hőmérsékleteken

fennálló fizikai törvények 1000 vagy 2000<sup>0</sup>-on.

Egyik ide tartozó legegyszerűbb kérdés, hogy milyen a szilárd testek hővezető képessége és fajmelege magas hőfokon. Ma a legfontosabb fémekét mintegy 100<sup>0</sup>-ig ismerjük, de nem az ásványokét és kőzetekét, pedig nagyon fontos volna minderről a gránitra, bazaltra és andesitre nézve is valamit tudni. A föld-felszín hegységeinek és mélyedéseinek kutatása, úgy látszik, eredményesen volna megkezdhető, ha a különböző kőzetek hősugárzását 1000<sup>0</sup>-ot meghaladó hőmérsékleten ismernők. Képzhetünk szferikus felületet a kihülés állapotában, melyen a hősugárzó képesség úgy oszlanék el, hogy a kisugárzás egyenletes volna, ennél fogva a felület alakját nem változtatná. Minden más eloszlásnál a földgömb tökéletlen hőgép módjára viselkednék, tehát emelkedések és süllyedések jelenkeznének. Ha tehát a Földet alkotó különböző testekre nézve a kisugárzásnak nagyon is különböző értékét ismernők, matematikailag meg tudnók állapítani azon feltételeket, melyek mellett a kisugárzás egyenletes volna és a tényleges viszonyokkal való összehasonlítás útján kikutathatnók az emelkedések igazi okát. A mint ez egyszer tudva volna, a belső magma heven folyóssága és kitörő löktetései is a megoldás felé haladnának. A Föld szerkezetéről és hősugárzásáról szerzett felvilágosítások megengednék továbbá, hogy a Föld korának a kérdését is felvessük; valószínű, hogy némi pontossággal állapíthatnók meg azt az időt, mely a Földkéreg megmerevedése óta lefolyt.

A geofizikának azzal a nagy nehézséggel kell megküzdenie, melyet az oldatoknak magas hőfokon való tanulmányozása tár elénk; e tekintetben még ki kell találni a módszereket és készülékeket. Mikor néhány évvel ezelőtt az Észak-amerikai Egyesült-Államok geológiai in-

tézetének laboratóriumában ilyenmő vizsgálatokat akartak tenni, nem volt kimenet, melyben tiszta anortitot lehetett volna megolvasztani, hogy olvadáspontját pontosan meghatározhassák. Hogy a nagy nyomás alatt álló heven folyósságot tanulmányozni lehessen, nagyon minuciózus berendezések kellenek, és az erre irányuló kísérletek eddig csak igen tökéletlenül sikerültek. Ha azoknak az ásványoknak, melyek első sorban alkotják a Föld sziklavázát, nem volna igen kicsiny a számuk, a heven folyós oldatok tanulmányozása egyáltalán kilátástalan volna a geofizikára nézve. A testeknek magas hőfokon való viselkedését illető tanulmányokat meg kell előznie a közönséges hőmérsékleten való tanulmányozásnak és a fizikát ki kell egészíteni a fizikai kémiaiával; elsőrendű matematikusokra van szükségünk a lépésről lépésre jelenkező nehézségek legyőzésére és az általuk felállított tételek megint kísérleti igazolásra szorulnak; a geológusoknak kell azután a kapott eredmények fontosságát megállapítaniok és ugyancsak kijelölőniök azokat a problémákat, melyek megoldása szükséges. Senki fia nem él addig és nincs arra való ereje, sem tehetsége, sem pedig szükséges ismeretei, hogy a geofizika egészét idegen segítség nélkül tanulmányozhassa. Az előbbieken érintett feladatok közül csak néhányat oldhat meg az egyes, így a glecserképződésre kedvező viszonyok kérdését, és valószínűen a hajcsövesség matematikai elméletének alkalmazását az erozió problémájára is. Másrészt azon geofizikai kérdések sorozata, melyeket csak sokak közös tevékenysége vihet megoldásuk felé, majdnem határtalan és abban a mértékben nő, a melyben a legsürgősebb kérdések lassanként megoldódnak. Szervezett munkálkodás tudományos vizsgálatokban csak oly mértékben növeli az erőket, mint technikai vállalatokban, de azért ez irány-



ban máig nem sok történt.\* Jól meg kell fontolni, hogy a geofizika oly terület, melyen lényeges eredményt csak jól szervezett vezérkarral és határozott terv szerint lehet elérni. Személyes tekinteteknek a módszeres eljárás elől el kell hallgatniok, hogy az egyes munkája a többi kutató haladásának szolgáljon javára.

\*\*\*

\* Az asztronómiában a nemzetközi csillagászati társulat valósította meg ezt a kívánságot.  
Ford.

Az előadáshoz, melyet a szerző a bécsi nemzetközi geológiai kongresszus azon határozati javaslatának ismételtesével fejezte be, hogy azon geológiai problémáknak tanulmányozására, a melyek kémiai és fizikai kutatásokat kívánnak, mindennel felszerelt geofizikai laboratórium létesíttessék, meg kell jegyeznünk, hogy a geofizikának leginkább geológiai problémáit tartja szem előtt és hogy szerzője Eötvös és Kövesligethy kutatásairól és eredményeiről még nem értesült.

Közli: DR. LAKITS FERENCZ.

## Az összehasonlítás elve a fizikában.\*

Midőn Kirchhoff 32 évvel ezelőtt a mechanika feladataul azt tűzte ki, hogy »a természetben végbemenő mozgásokat teljesen és a legegyszerűbb módon írja le«, ezzel a kijelentésével sajátos hatást idézett elő. Boltzmann abban az eleven képben, a melyet a nagy buváról festett még 25 évvel később is arról az általános bámulatról szólhatott, a melyet a mechanika tárgyalásának ez az új módja keltett, és még ma is jelennek meg olyan ismeret-kritikai értekezések, melyek világosan bizonyítják, hogy az emberek milyen nehezen helyezkednek erre az új álláspontra. De volt a természetbuvároknak egy igen kis száma, kik Kirchhoff e néhány szavából az ismeret kritikának e terén támadt, szívesen látott, erős szövetségesöket ismerték fel.

Min múlik tehát, hogy oly nehezen fogadják el annak a buvárnak bölcsészeti gondolatát, a kinek természettudományi sikereit mindenki örömmel csodálja? Első sorban azon, hogy abban a szünet nél-

küli napi munkában, melynek célja új ismeretek gyűjtése, csak kevés tudós talál időt és alkalmat, hogy magát azt a nagy lelki folyamatot pontosabban vizsgálja, a mely szerint a tudomány gyarapszik. Másodszorban azon is, hogy Kirchhoffnak abba a rövid kijelentésébe beletessék sok olyant, a mit Kirchhoff nem mondott és másrészt sok olyasminék érezzük benne hiányát, a mi eddig a tudományos ismeret fontos ismertető jeleként szerepelt. Mit csináljunk a pusztá leírással? Hol marad a magyarázat, az okozati összefüggésbe való betekintés?

\*

Legyen szabad egy pillanatra a tudománynak nem eredményeit, hanem gyarapodásának módját egyszerűen és elfogulatlanul vizsgálnom. Egyetlen forrását ismerjük a természettudományi dolgok közvetetlen kinyilatkoztatásának: érzékeinket. De, hogy milyen kevés az, a mit az egyes ember pusztán ezen az úton megtudna, ha egymagára volna utalva, és ha mindenkinek elülről kellene kezdenie: arról még az a természettudomány sem adhat eléggé szerény fogalmat, a melyet Közép-Afrika valamely félreeső néger falujában találhatnánk, mert már ott is mű-

\* Dr. E. Mach, Populär-wissenschaftliche Vorlesungen. 3. kiadás. Lipcse, 1903. — című művéből.

kodik a gondolat átvitelének az az igazi csodája, a melyhez képest a spiritisza csoda valóságos kismiska, t. i. a szóbeli közlés. Ha még hozzáveszszük, hogy azoknak az ismert varázsjeleknek segítségével, a melyeket könyvtáraink őriznek, évtizedek, -századok, -ezredek múlva is megidézhethetjük nagy halottainkat Faraday-tól Galilei-ig és Archimedes-ig, a kik nem bocsátanak el kétértelmű, gúnyolódó jóslatokkal, hanem a legjobbat mondják, a mit tudnak: akkor érezzük csak, hogy a tudomány felépítésében mily hatalmas, fontos dolog a közlés. Az még nem a tudományé, a mit a természet pontos megfigyelője, vagy az emberek ismerője félig tudatos sejtések alakjában belsejében hord, hanem csak az, a mit elég világosan tud, hogy másokkal is közölhesse.

De mit tegyünk, hogy valamely újonnan szerzett tapasztalatot, vagy éppen most megfigyelt dolgot közölhessünk? Miképen a csordában élő állatoknak élesen megkülönböztethető csalogató, intő, hívó kiáltása nem egyéb, mint önkéntelenül keletkező jel különböző alkalmaknak megegyező, közös sajátságára, vagy tevékenységére, a mi már magába foglalja a fogalom csiráját, úgy a részletesebb emberi nyelv szavai sem egyebek, mint nevek, vagy jelek általánosan ismert, közösen észlelhető, vagy észlelt dolgokra. Gondolkozásunk eleinte öntudatlanul követi az új dolgot, de nemsokára öntudatosan, már általánosan ismert, közösen megfigyelt dolgokból építi fel. Mindig készek vagyunk, hogy ilyen ismert dolgokat, a melyek az újhoz hasonlítanak, azaz vele bizonyos jelekben megegyeznek, az összehasonlítás végett emlékezetünkben felidézzünk s ezzel lehetővé tegyük az elemi belső ítéletet, melyet nemsokára a kimondott követ.

Az összehasonlítás nemcsak hogy egyáltalán lehetővé teszi a közlést, hanem egyszersmind a tudomány leghatalmasabb

belső életelemét alkotja. A zoologus a denevér szárnyának csontjaiban ujjakat lát; összehasonlítja a koponyacsontokat a csigolyákkal, a különböző szervezetek csiráit egymással és ugyanazon szervezet fejlődésének különböző állapotait is egymással.

A földrajztudós a Garda-tóban fjordot, az Aral tóban kiszáradásban levő pocolyát lát. A nyelvész különböző nyelveket és ugyanazon nyelvnek különböző alakjait hasonlítja össze. Hogy nem beszélünk összehasonlító fizikáról, mint beszélünk összehasonlító anatómiáról, az csak azért van, mert a cselekvőbb, kísérletező tudomány figyelme a speculációtól nagyon elterelődik. De a fizika is, ép úgy mint minden más tudomány, az összehasonlítás segítségével él és növekszik.

\*

Az a mód, a mely szerint az összehasonlítás eredményét közöljük, mindenestre igen különböző. Ha pl. azt mondjuk, hogy a színek színei a vörös, sárga, zöld, kék, ibolya, ezek a kifejezések vagy a tatuozás mesterségéből származhatnak, vagy pedig később talán azt jelentették, hogy a színek megegyeznek a rózsá, citrom, falevél, buza-virág, ibolya nevével. Változó körülmények közt tett gyakori összehasonlításokban a változó jelek annyira elmosódtak a megegyező jelekhez képest, hogy minden tárgytól, minden vonatkozástól független ú. n. elvont, vagy fogalmi jelentőségűekké váltak. Senki sem gondol többé a vörös színnél más megegyezésre a rózsával mint a színre nézve, az »egyenest« szónál a feszített zsinór tulajdonságára, mint a mindenütt egyenlő irányra. Így váltak elvont fogalmakká a számok is, eredetileg az ujjak, kezek és lábak neve, melyet később a legkülönbözőbb tárgyak sorrendjének megjelölésére használtak. Olyan nyelvi közlést valamely dolog felől, a mely

csak ezeket a tisztán fogalmi eszközöket alkalmazza, *közvetetlen* leírásnak fogunk nevezni.

Valamely terjedelmesebb tapasztalatnak közvetetlen leírása azonban fáradságos munka, még akkor is, ha a szükséges fogalmak már meg vannak állapítva. Mily megkönnyítés tehát, ha egyszerűen azt mondhatjuk, hogy valamely szóban forgó *A* dolog nemcsak egy, hanem sok, vagy minden jelre nézve úgy viselkedik, mint valamely, már ismert *B* dolog. A Hold úgy viselkedik a Földdel szemben, mint valami nehéz test, a fény mint valami hullámmozgás vagy elektromos rezgés, a mágnes úgy, mintha valami nehéz folyadékkal volna töltve stb. Ilyen leírást, amelyben tulajdonképpen egy másutt már adott, vagy később megadandó leírásra hivatkozunk, természetesen *közvetett* leírásnak nevezünk. Hatalmunkban van, hogy fokozatosan közvetetlen leírással kiegészítsük, javítsuk vagy egészen pótoljuk. Könnyen beláthatjuk, hogy a mit elméletnek, vagy elméleti eszmének nevezünk, nem egyéb, mint közvetett leírás.

Micsoda már most az elméleti eszme? Hogyan származik, mit érünk el vele, miért látszik többnek, mint valamely dolognak, megfigyelésnek pusztá megállapítása? Itt is egyszerűen emlékezésről és összehasonlításról van szó. Csakhogy itt emlékeztünkben egyetlen egy hasonló vonás helyett a hasonlatosságok egész rendszere, valamely jól ismert alakzat merül fel, a mivel az új dolog egyszerre ismerősünkkel válik. Sőt az elmélet többet is adhat, min a mennyit az új dologban eleinte látunk; az elmélet kibővítheti ezt és oly új vonásokkal gyarapíthatja, amelyeknek előbb még csak keresésére ösztönöz és a melyeket gyakran meg is találunk. Az ismeretek bővülésének ez a rohamossága az, a mi az elméletnek az egyszerű

megfigyelés felett mennyiségi tekintetben elsőséget ad, minőségi tekintetben pedig az elmélet és az egyszerű megfigyelés közt sem a keletkezés módjára, sem a végeredményre nézve nincsen számottevő különbség.

De valamely elméletnek elfogadása veszedelmet is rejt magában. Mert az elmélet valamely *A* dolog helyébe gondolatban mégis csak valamely más, nekünk ismeretebb *B* dolgot tesz, a mely az előbbi gondolatban bizonyos tekintetben helyettesítheti, de éppen azért, mert mégis csak más dolog, más tekintetben nem helyettesítheti. Ha, mint gyakran történik, erre a körülményre nem ügyelünk eléggé, a legtermékenyebb elmélet alkalom adtán a kutatás akadályává is lehet. Ily módon az emisszióelmélet azzal, hogy a fizikust rászoktatta, hogy »a fényrészecskék útját« folytonos egyenesnek tekintse, a fény szakaszosságának felismerését kimutathatóan késleltette. Azzal, hogy Huygens a fény helyébe az előtte ismeretesebb hang képzetét teszi, a fény sok tekintetben ismerőssé válik előtte, de kétszeresen ismeretlen előtte a polárosságra nézve, a mely az előtte egyedül ismeretes hosszanti hanghullámokban hiányzik. Ezért a polárosságnak előtte levő tüneményére nem tud fogalmat találni, holott Newton, gondolatait egyszerűen a megfigyeléshez alkalmazva, azt a kérdést veti fel: »Annon radiorum luminis diversa sunt latera?« a melylyel a polárosság fogalma Malus előtt egy századdal meg van állapítva, azaz közvetetlenül leírva. Viszont, ha valamely megfigyelt jelenség és az őt helyettesítő elméleti dolog közt a megegyezés nagyobb, mint az elmélet felállítója eleinte gondolta, ezzel váratlan fölfedezésekre juthat, a mire a conikus refractio, a teljes visszaverődés okozta circularis polárosság, a Hertz-féle rezgések szolgálnak közelfekvő példákkal.

Talán világosabban látunk, ha az egyik, vagy másik elméletnek fejlődését részletesebben vizsgáljuk. Tekintsünk valamely mágneses aczéldarabot egy hozzá teljesen hasonló, de nem mágneses darabbal. Az utóbbi valamely vasdarabbal szemben semlegesen viselkedik, az előbbi pedig a vasdarabot magához vonzza. Ha a vaspor nincs is jelen, azért a mágneses darabot mégis másnak kell gondolnunk, mint a nem mágneses darabot. Mert, hogy a vaspor pusztán jelenléte nem okozza a vonzás tűneményét, azt a nem mágneses darab igazolja. Az egyszerű ember, a ki a mágnes erejét a saját akaratával, mint előtte ismerősebb erőforrással hasonlítja össze, a mágnesben valami *szellem*-félét gondol. Valamely meleg, vagy világos test hasonló gondolatokat szül. Ez az elméletnek legrégibb álláspontja, a *fetisizmus*, a melyen a régibb középkor emberei még nem jutottak túl és a mely utolsó nyomai-val, az erők fogalmával még mai fizikánkba is belenyúl. Mint látjuk, a drámai elemnek a természettudományi leírásból ép oly kevéssé kell hiányoznia, akár valami érdekes regényben.

Ha most a további megfigyelés során azt látjuk, hogy valamely hideg test a meleg testtől úgyiszlóván a meleg testnek rovasára fölmelegsik és hogy egynemű testeknél, a hidegebb és tömegére nézve pl. két akkora test, csak félannyi hőfokot vesz fel, mint a mennyit a félakkora tömegű test veszít, akkor a hatás ismét más. A dolognak szellemi volta eltűnik, mert a feltételezett szellem nem önkényesen, hanem határozott törvények szerint működik. E helyett ösztönszerűen valamilyes anyagnak fogalma merül fel, a mely az egyik testből részben átmegy a másik testbe, a melynek teljes mennyisége azonban, t. i. a tömegek és a hőmérséklet változásaiból alkotott szorzatok összege, állandó. *Black* volt az, a kit a hő tűneményeinek valamely anyag

mozgásával való hasonlósága meglepett és a ki ennek hatása alatt a fajhőt, a folyadék fölmelegítéséhez és elpárolgztatásához szükséges meleget fölfedezte. De ezektől a sikerektől felbátorítva, a hőnek anyagi felfogása a további haladásnak gátlóan lépett útjába. Megvakította és megakadályozta *Black* követőit abban, hogy meglássák a tűzszerszám alkalmazásánál régóta tett megfigyelést, hogy t. i. a hő dörzsöléssel *előállítható*. Bármilyen termékeny volt *Black* felfogása ő rá magára, bármily jó kisegítőül szolgál még ma is a tanulóknak *Black* sajátos terén: maradó és általános érvényű elméletté nem válhatott. Legnagyobb fontossága azonban, t. i. az említett szorzatok összegének állandósága, megtartja értékét és a *Black* észlelte dolgok közvetetlen leírásának tekinthető.

Természetes, hogy azok az elméletek, a melyek egészen keresetlenül, maguktól, úgyiszlóván ösztönszerűen merülnek fel, a leghatalmasabbak, magukkal ragadják a gondolatokat és legtovább maradnak fenn. Másrészt azonban azt is tapasztalhatjuk, hogy mennyit veszítenek erejükből, mihelyt bírálva vizsgáljuk őket. Anyaggal folyton van dolgunk, tulajdonságai mélyen bevésoédtek emlékezetünkbe, legélelnebb szemléleti emlékezésünk az anyaghoz fűződik. Nem kell tehát nagyon csodálkoznunk, ha azt látjuk, hogy *Mayer Róbert* és *Joule*, a kik *Black* anyagi felfogását véglegesen megsemmisítették, ugyanazt az anyagi felfogást, elvontabb alakban és módosítva egy másik nagyobb területen ismét bevezetik.

Itt is világosak előttünk azok a lélektani körülmények, a melyek az új felfogást megerősítették. A vénás vérnek feltűnő piros színe a forró égájlban *Mayer*-t a test melegének kisebb fogyasztására és ennek megfelelően a test kisebb anyagelhasználására figyelmezteti. De mert az

emberi test minden teljesítménye, a mechanikai munka is, anyagelhasználáshoz van kötve, és mert a dörzsölés munkájával meleget lehet fejleszteni, ennél fogva a meleg és a munka egyműnek látszik és a kettő közt arányosságnak kell lennie. A kettőnek bizonyos alkalmas módon számított összege ismét anyagi természetű, mert mindkettő az anyagnak arányos elhasználásához van kötve.

Ugyanazon megfontolások vezették Joule-t felfogásához, midőn a galván-elem gazdaságából indult ki: kísérleti úton megállapítja az áram melegének, a keletkező durranó gáz elégségi melegének, az áram alkalmasan mért munkájának, szóval az elem minden teljesítményének összegét és őket az arányos czinkfogyasztáshoz találja kötve. Ezért maga ez az összeg anyagi természetű.

Mayer-t az új felfogás annyira megragadta, hogy előtte az erőnek, mai műnyelvünk szerint a munkának, elpusztíthatatlansága magától értetődőnek látszott. »Valamely erőnek teremtése, vagy megsemmisítése az emberi gondolkodás és cselekvés határán kívül esik.« Joule is hasonlóan nyilatkozik: »Nyilván képtelenség, ha azt tételezzük fel, hogy azokat az erőket, a melyeket Isten az anyagnak adott, inkább lehet megsemmisíteni, mint teremteni.« Ilyen nyilatkozatok alapján, Joule-t ugyan nem, de Mayer-t igen, megtették metafizikusnak. Bizonyosak lehetünk azonban, hogy mindketten félig öntudatlanul csak az új, egyszerű felfogás iránti alaki szükségnek tettek eleget és hogy mindkettő megdöbbenet volna, ha azt ajánlották volna nekik, hogy valami bölcsészeti kongresszus, vagy egyházi gyűlés döntsön alapelvük helyessége fölött. A két férfiú, bármennyire megegyezett is, mégis nagyon különbözően viselkedett. Mayer a lángész legnagyobb ösztönszerű hatalmával,

mondhatnók a fanatizmus egy nemével azt az alaki szükségét képviselte, s ehhez a fogalmak ereje sem hiányzik benne, hogy, minden buvárt megelőzve, a melegnek mechanikai egyenértékét régóta ismeretes, általánosan rendelkezésre álló számokból kiszámítsa és az új tannak az egész fizikát és élettant magába foglaló törvényét állapítsa meg: Joule ellenben az új elméletnek a fizika minden ágában mesterien végrehajtott kísérletekkel való bebizonyításán fáradozik. Nemsokára Helmholtz is kezébe veszi a kérdést az ő önálló és sajátos módjában. A szakbeli remeklésen kívül, a melylyel Mayer törvényének még meg nem oldott pontjaival és még más feladattal megpróbálkozik, a 26 éves fiatal embernek kritikai teljes világossága meglepően áll előttünk. Előadásából hiányzik Mayer hevessege. Ő előtte az eleven erő megmaradása nem magától értetődő tétel. Mi következik belőle, ha igaz? A kérdésnek ez alakjával foglalkozik anyagának feldolgozásában.

Meg kell vallanom, mindig csodáltam esztétikai és etikai izlését sok kortársunknak, a ki ebből a körülményből gyűlöletes nemzeti és személyes kérdéseket tudott kovácsolni a helyett, hogy áldaná a sorsot, hogy több ilyen ember egyszerre működhetett és hogy a számot tevő értelmi egyéniségeknek reánk nézve oly tanulságos és oly gyümölcsöző különbözőségében gyönyörködnek.

Tudjuk, hogy az eleven erő elvének fejlődésében még egy másik elmélet is működött közre, a melytől azonban Mayer teljesen távol tudta magát tartani, t. i. az, a mely szerint a meleg és a többi fizikai tűnemény mozgáson alapszik. Ha egyszer az eleven erő elve megvan találva, ezek a segéd- és átmeneti elméletek már nem szerepelnek számot tevő módon, és mi azt az elvet, mint Black-ét, a dolgok nagy területére



vonatközlő közvetetlen leírásról való adaléknak tekinthetjük.

E vizsgálata után nemcsak tanácsosnak, hanem szükségesnek is látszik, hogy az elméletnek a kutatásban való hatalmas segítségét ugyan meg ne vessük, de abban a mértékben, a mint új dolgokkal megismerkedünk, a közvetett leírás helyébe mindenütt a közvetetlen leírást tegyük, mely már nem tartalmaz semmi fölösleget és csakis a dolgoknak fogalmi felfogására szorítkozik. Majdnem azt kell mondanunk, hogy a némi kicsinyléssel leíróknak nevezett természeti tudományok a még nem rég szokásos fizikai előadásokat tudományosságban meghaladták. Azonban az is igaz, hogy itt a szükségből gyakran erényt csináltak.

\*

Be kell vallanunk, hogy képtelenek vagyunk minden dolgot azonnal közvetetlenül leírni. Sőt bátorítatlanul kellene összeroskadnunk, ha a valóság egész gazdagsága, melyet lassanként ismerünk meg, egyszerre tárulna fel előttünk. Szerencsére először csak egyes, szokatlan dolgok tűnnek fel, a melyeket a mindennapiakkal összehasonlítva, megismerni tanulunk. Így keletkeznek a közönséges társalgás nyelvének fogalmai. Az összehasonlítások hovatovább változatosabbakká és gyakoribbakká válnak, az összehasonlított dolgok köre folyton tágul, ennek megfelelően a kapott fogalmak, a melyek a közvetetlen leírást lehetővé teszik, általánosabbakká és elvontabbakká válnak.

Először a tárgyak szabad esésével ismerkedünk meg. Az erő, tömeg és munka fogalmát alkalmas módosítással az elektromos és mágneses tüneményekre viszzük át. Azt mondják, hogy a folyó víz szolgáltatja F o u r i e r -nek a melegáram szemléleti képét. A húr rezgésének egy különös esete T a y l o r előtt érthetővé teszi a melegvezetésnek egy különös esetét.

Miként B e r n o u l l i D á n i e l és Euler a huroknak legkülönbébb rezgéseit T a y l o r eseteiből, úgy F o u r i e r a különböző hőmozgásokat egyszerű vezetékekből állítja össze és ez a módszer kiterjed az egész fizikára. O h m az elektromos áramról való felfogását F o u r i e r módszere szerint alakítja. Ehhez csatlakozik F i c k elmélete a diffúzióról. Hasonlóképpen keletkezik a mágneses áram képze. Mindennemű állandó áramlásnak tehát közös vonásai vannak és még a teljes egyensúlyi állapot is valamely (kiterjedt) anyagban hasonlít a mozgó egyensúlyhoz, az állandó áramláshoz. Ily módon olyan messzeeső dolgok, mint az elektromos áram mágneses erővonalai és valamely sűrűlőds nélküli folyadék örvénylésének vonalai, sajátos módon kezdenek egymáshoz hasonlítani. A potenciál fogalmát, a mely kezdetben csak szűk körre volt felállítva, általánosan lehet alkalmazni. Egymáshoz oly kevésbé hasonlító dolgok, mint a nyomás, hőmérséklet, elektromindító erő, hasonlítanak a belőlők származtatott fogalmakhoz, milyenek a nyomáskülönbség, hőmérsékleti különbség, potenciálkülönbség és, még továbbmenve, a folyadék ereje, a meleg ereje, az elektromos áram ereje.

A fogalmak rendszerének olyan vonatkozását, a melyben a megfelelő fogalmak közti különbség is, meg a megfelelő fogalompárok logikai megegyezőse is világosan jut öntudatra, hasonlóságnak nevezzük. Ez adja kezünkbe azt a határozó eszközt, hogy egymástól különböző dolgok körét egységes felfogással áttekinthessük. Itt világosan mutatkozik az az út, a melyen a minden ágat felölelő, általános fizikai fenomenologia majd kifejlődik.

A most ismertetett eljárással kapjuk azt, a mi a dolgok egy nagy körének közvetetlen leírásához közvetetlenül szük-

séges, t. i. a messze kiterjedő, elvont fogalmat. És itt fel kell tennem azt az iskolaszagú, de elkerülhetetlen kérdést: Mi a fogalom? Talán valami elmosódott, de még mindig szemlélhető képzet? Nem! A szemlélet csak a legegyszerűbb esetekben merül fel mint kísérő tünetény. Avagy kísértük meg, és gondoljuk s tegyük szemlélhetővé az »önindukció egyíthetőségének« fogalmát! Vagy talán pusztán szó a fogalom? Ennek a kétségbeesett gondolatnak elfogadása, a melyet egy tekintélyes matematikus\* csakugyan kimondott, egy évezreddel visszalökne bennünket a legsötétebb skolasztikába. El kell tehát dobnunk.

A magyarázat nyilvánvaló. Nem szabad hinnünk, hogy az érzés pusztán passzív módon folyik le. A legalacsonyabb rendű szervezetek az érzésre egyszerű reflex-mozgással felelnek, a melylyel a közeledő zsákmányt lenyelik. Felsőbb rendű szervezeteknél a központra ható ingert az idegrendszer csökkenti vagy fokozza, a mivel a központból kiinduló hatás is módosul. Még magasabbrendű szervezetekben a zsákmány vizsgálatának és üldözésének folyamata a körmozgásoknak egész sorozatát futhatja keresztül, míg megállapodásra jut. Életünk folyama hasonló és az egész tudományt ilyen folyamatok részeinek, vagy közbenső tagjainak tekinthetjük.

Ezek után nem lesz többé különös, ha azt mondom, hogy a fogalom meghatározása és, ha ez már közismert, a fogalom pusztán neve sem egyéb, mint ösztönzés valamely pontosan meghatározott, gyakran bonyolódott, vizsgáló, összehasonlító és alkotó cselekvésre, a melynek rendesen érzéki eredménye a fogalom körének egy tagja. Közönyös,

vajjon a fogalom valamely érzékre (pl. látásra), vagy valamely érzék egy részére (pl. szín, alak) csak figyelmünket hívja fel, vagy valamely körülményesebb cselekvést vált ki, vagy vajjon a cselekvést (chemiai, anatómiai, matematikai művelet) az izmokkal vagy gépiesen, vagy csak képzeletben viszzük véghez, vagy hogy a cselekvés éppen csak jelezve van. A fogalom a természetbúvárra az, a mi a hangjegyet a zongorázóra nézve. A gyakorlott matematikus vagy fizikus úgy olvas valamely értekezést, mint a zenész a vezérkönyvet. De miként a zongorázónak ujjait egyenként és együtt először mozgatni kell megtanulnia, hogy azután a hangjegyet majdnem öntudatlanul követhesse, úgy a fizikusnak és matematikusnak is először hosszú ideig kell tanulnia, míg izmainak és képzeletének finom beidegzésén, hogy úgy mondjam, teljesen uralkodik. Mily gyakran történik, hogy a kezdő matematikus, vagy fizikus többet, vagy kevesebbet tesz, vagy másképen képzeletben magának a dolgot, mint kellene. De, ha a kellő gyakorlat után ráakad »az önindukció egyíthetőségére«, mindjárt tudja, mit kíván tőle ez a szó. Jól begyakorolt olyan tevékenység, mely a dolgok összehasonlításának és elképzelésének szükségéből keletkezett, teszi tehát a fogalmak magvát. A pozitív nyelv-kutatás is, meg a bölcsészeti nyelv-kutatás is úgy találta, hogy minden gyökfogalmat, még pedig eredetileg kizáróan izombeli tevékenységet jelent. És most érthetővé lesz előttünk a fizikusok habozó hozzájárulása K i r c h o f f állításához. Mert ők érezték, mennyi részletes munkát, részlet-elméletet és ügyességet kell előbb elsajátítani, míg a közvetetlen leírás ideálja megvalósítható.

\*

\* Paul du Bois-Reymond, Über die Grundlage der Erkenntnis. Tübingen 1890. 80 l.

Tegyük most fel, hogy ezt az ideált a dolgok egy bizonyos körére elértük. Megteszi-e a leírás mindazt, a mit a ku-

tató kívánhat? Ugy hiszem, igen! A leírás a dolgoknak gondolatban való olyan felépítése, a mely a kísérleti tudományokban a valóságos ábrázolást lehetővé teszi. A fizikusra nézve a mértékegységek az építőköveket, a fogalmak az építési utasítást, a dolgok az építés eredményét teszik. A gondolatbeli alakzat majdnem teljesen pótolja a való dolgot, és rajta a dolog minden tulajdonságát elemezhetjük. Nem a legrosszabbul ismerjük azt, a mit magunk tudunk elkészíteni.

Azt követelik a tudománytól, hogy tudjon jóslani és Hertz is használja ezt a kifejezést hátrahagyott mechanikájában. Ez a kifejezés azonban, ámbár közhely, mégis szűk. A geologus, a palaeontologus, gyakran a csillagász is, a történetíró, a művelődés és a nyelv buvára pedig mindig, úgyszólván, hátrafelé jósl. A leíró tudományok, mint a geometria, matematika sem előre, sem hátrafelé nem jósl, hanem a feltételekhez keresi a feltételezettet. Mondjuk inkább, hogy a tudománynak az a feladata, hogy részben meglevő dolgokat gondolatban kiegészítsen. Ezt teszi lehetővé a leírás, mert a leírt elemek egymástól való függését tételezi fel, mert különben nem volna leírva semmi.

Azt mondják, hogy a leírás az okozati kapcsolat iránti szükségérzetünket nem elégíti ki. Ugy hiszik, hogy a mozgásokat jobban értik, ha a húzó erőket elképzelik és a valóságos gyorsulások a megértést mégis jobban elősegítik és semmi fölösleges dolgot nem vezetnek be. Reméllem, hogy a jövő természet-tudománya az ok és okozat fogalmait, a melyek nemcsak engem emlékeztetnek erősen a fetisizmusra: alaki zavarosságuk miatt egészen mellőzni fogja. A helyett ajánlatosabb, ha a dolgok fogalmának meghatározó elemeit tisztán logikai értelemben egymástól függőknek tekintjük, miként a matematikus, a geometra teszi. Az erőket ugyan az akarathoz való ha-

sonlóságuk teszi érthetővé, de talán még érthetőbbé válik az akarat a tömeg-gyorsulással való összehasonlítással.

Ha megkérdezzük lelkiismeretünket arra nézve, hogy mikor világos előttünk valamely dolog, be kell vallanunk, hogy akkor, mikor egyszerű, gondolkodásbeli műveletekkel, a melyekbe begyakoroltak vagyunk, mint pl. gyorsulások képzésével, geometriai összetevőökkel stb. utánozhatjuk. Az egyszerűségnek ez a követelménye persze más a szakértőre és más a kezdőre nézve. Az előbbi megelégszik a differenciál-egyenletek rendszerén alapuló leírással, az utóbbi pedig az elemi törvényekből való fokozatos felépítést követeli. Az előbbi azonnal átlátja a két előadás módjának kapcsolatát. Ezzel nem akarjuk tagadni, hogy a tárgyakra nézve egyenlő rangú leírások művészeti értéke azért igen különböző lehet.

Legnehezebben győzhető meg a távolabb állók arról, hogy a fizikának tettség szerinti tömegrendszerekre, elektromos, mágneses rendszerekre vonatkozó nagy, általános törvényei a leírástól vélekedésben nem különböznek. A fizika ebben a tekintetben sok más tudomány fölött könnyen kimutatható elsőbbségben van. Ha pl. valamely anatomus az állatok megegyező és különböző tulajdonságainak keresésében mindig pontosabb és finomabb osztályozásig jut: azok az egyes dolgok, melyek a rendszer végső tagjait teszik, mégis oly különbözők, hogy külön kell őket megjegyezni. Gondoljunk pl. a gerinczesek közös jeleire, az emlősök és madarak jellemére egyrészt, a halakéra másrészt, egyrészt a kettős, másrészt az egyszerű vérkeringésre. Végeredményben mindig egyes oly dolgok maradnak, a melyek egymás közt csak kevés hasonlóságot tanúsítanak.

A fizikához sokkal közelebb álló tudomány, a chemia, gyakran hasonló

helyzetben van. A minőségi tulajdonságok ugrásszerű változása, a mely talán a közbenső fokok csekélyfokú állandóságának következménye, és a chemia egymás mellé rendelt tüneteinek csekély hasonlósága megnehezíti tárgyalását. Különböző tulajdonságú testek különböző arányban egyesülnek; itt kapcsolatot egyelőre nem fedezhető fel.

A fizika ellenben a tulajdonságaikra hasonló dolgoknak egész nagy területeit tárja elénk, a melyek csak mennyiség tekintetében különböznek egymástól. Még ott is, a hol tulajdonságokkal van dolgunk (színek, hangok) mennyiségi jelek állnak rendelkezésünkre. Itt az osztályozás olyan egyszerű, hogy nem is válik öntudatossá és még végtelen, finom árnyalatok esetében is, a dolgok folytonosságának eseteiben is, a számrendszer kész a valót tetszés szerint követni. Az egymás mellé rendelt dolgok itt igen hasonlók és egyszerűek, ép úgy, mint leírásaik, a melyek nem egyebek, mint bizonyos jellemvonások mértékegységeinek ismeretes számoló műveletekkel más jellemvonásokkal való kifejezése. Itt meg lehet tartani, a mi valamennyi leírással közös, lehet tehát egy összefoglaló leírást vagyis minden egyes leírásra érvényes szabályt felállítani, s épen ez az, a mit törvénynek nevezünk. Általánosan ismert példák erre nézve a szabad esés, a hajítás, a központi mozgásra stb. vonatkozó képletek. Ha tehát a fizika módszereivel látszólag annyival többet végez, mint más tudomány, ez onnan van, hogy bizonyos tekintetben sokkal egyszerűbb a feladata.

A többi tudomány, a melynek természetesen szintén van fizikai része is, ne irigyelje a fizikától e kedvezőbb helyzetet, mert a fizika összes vívmánya vég eredményben nekik is hasznukra válik. De még más módon is kell és fog a tudományok ilyen különböző teljesítő képessége megváltozni. A chemia már meg-

tette, hogy elfogadta a fizika módszereit. Leszámítva a régibb kísérleteket, Meyer L. és Mendelejev periodikus törvénye lángeszű és sikeres eszköz, hogy a dolgok áttekinthető rendszere megállapíttassék, a mely, mindinkább tökéletesedve, a való dolgoknak majdnem teljes folytonosságát fogja alkotni. És az oldatoknak, a szétbomlásoknak, egyáltalán azoknak a jelenségeknek tanulmányával, a melyek az eseteknek igazán teljes folytonosságát teszik, a hőmozgás tanának módszerei hatoltak be a chemiába. Ép úgy remélhetjük, hogy talán egyszer valamely matematikus, a kire az embriológia összes adatai hatni fognak és akinek a jövő paleontologusai a mult gyíkja és a jelen madara közt több közbenső alakot tudnak bemutatni, mint az mostanában az elszigetelt Pterodactylus-szal, Archaeopteryx-szel, Ichthyornis-szel stb. lehetséges, hogy ez a matematikus mondjon, néhány parameter változtatásával, mint valami folyékony ködképben, egyik alakot tudni fog átalakítani egy másikba úgy, mint egy kúpszeletet átváltoztathatunk egy másikba.

\*

Ha most visszagondolunk Kirchhoff szavaira, jelentőségökre nézve hamar megfogunk állapodni. Építeni nem lehet kövek, vakolat, állvány és terv nélkül. Mégis jogosult az a kívánság, hogy a kész, magában megálló épületet a jövő nemzedékének, az állvány elcsúfítása nélkül bemutassuk. A matematikusnak tisztán logikai és szépérzéke szól Kirchhoff szavaiból. Az ő eszméjéhez a fizika újabb előadásai valóban közelednek és mi is megértjük. Minden esetre azonban igen rossz didaktikai mutatvány volna, ha oly módon akarnánk építő mestereket képezni, ha azt mondanánk: Nézd ezt a palotát; ha te is akarsz építeni, menj és cselekedjél hasonlóképen.



A szakok közti korlátok, a melyek a munkafelosztást és az elmélyedést lehetővé teszik és a melyek mégis oly hidegeknek és nyárspolgáriaknak tűnnek fel, lassanként elmosódnak. Hidat híd után építenek. Még a legtávolabbi szakok tartalmát és módszerét is összehasonlítják. Ha száz év múlva a természettudományi gyűlés ismét ülésezik, azt remélhetjük,

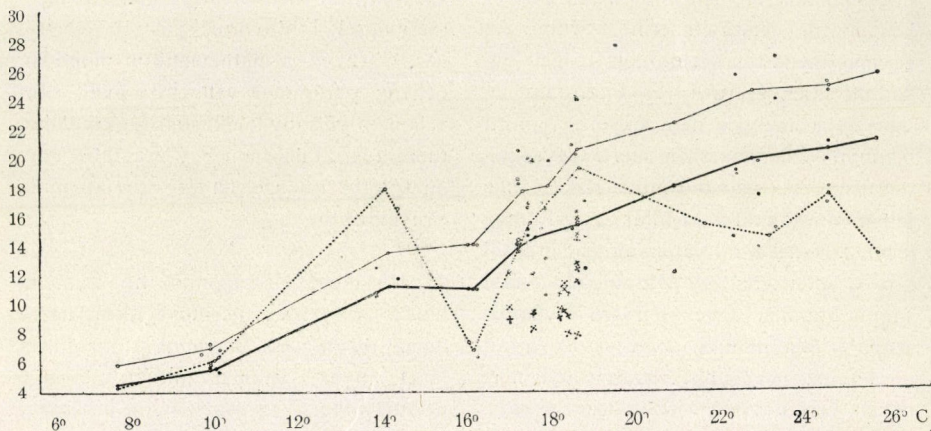
hogy a mainál magasabb értelemben vett egységet fog alkotni, nemcsak a gondolkodást és célzt, hanem a módszert illetőleg is. Ehhez nagyon hozzájárul majd az, ha mindig szem előtt tartjuk minden kutatásnak azt a belső rokonságát, a melyet Kirchhoff oly klasszikus egyszerűséggel tudott kifejezni.

Közl: BARTUS ADOLF.

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

**Az állatok téli alvása.** Ha ennek az állatvilágban széles körben, az alsó és felsőrendű szervezetek közt egészen az emlősökig annyira elterjedt jelenségnek okait keressük, kétféle szempontból vizsgálhatjuk a dolgot. Ugyanis a téli

alvás levezethető azon általános törvényből, hogy az életjelenségek fenntartására szükséges összes chemiai változások a hőmérséklettől függenek s annál élénkebb lefolyásúak, minél közelebb van a hőmérséklet az optimumhoz és bizonyos



Az éhes ponty anyagcseréjének függése a hőmérséktől.

• (Vékony vonal). Oxigénfogyasztás. — (Vastagabb vonal). Széndioxid-kiválasztás. —

— Az ordináta egysége kilogrammonként és 24 óránként 100 cm³.

••• (Pontozott vonal). Nitrogénkiválasztás. — Az ordináta egysége kilogrammonként és 24 óránként 10 mg.

hőfokon, mely a víz fagyáspontjához közel esik, csaknem teljesen megszűnnek. Másik szempontból a téli álmot szerzett célszerű tulajdonságnak tekinthetjük, a mely fölmenti az állatot azon szükségstől, hogy olyan időben is bőségesen táplálkozzék, mikor a növényzet, vagy a rovarok hiánya

a táplálék megszerzését megnehezíti, vagy épen lehetetlenné teszi.

Az állati szervezetben végbemenő chemiai folyamat élénkségét legbiztosabban az oxigén felvételével s a széndioxid kiválasztásával állapíthatjuk meg. Az ábrán a görbék előtűntetik a kapcsolatot

egy ponty oxigénfelvétele s széndioxid-kiválasztása, valamint nitrogénkiválasztása és a külső hőmérséklet közt. Az egyes pontok egy-egy vizsgálat értékei és azt jelzik, hogy milyen határok között ingadoztak a görbék jelezte középérték körül. A kis keresztetek olyan vizsgálatokat jelentenek, melyeket a vonalak szerkesztéséhez fel nem használtak; e kísérleteket késő ősszel végezték s értékek csaknem kivétel nélkül a görbék képviselte nyári közép érték alatt fekszik.

Az ábra szemlélésekor kitűnik, hogy az anyagcsere élénksége milyen nagymértékben csökken az alacsonyabb hőmérsékkel. E csökkenésnek megfelelően az állat életenergiája, mozgékonyága, idegrendszerének izgathatósága, emésztő készülékének működése is alábbszáll. Ily módon a hőmérséklet csökkenésének önmagától a lethargiára kell vezetnie. Hogy azonban a hőmérséklet nem az egyedüli tényező, az említett őszi kísérletek igazolják, melyekből kitűnt, hogy az életműködés energiája függetlenül a hőmérséklettől is csökken az ősztől. Itt tehát az életfolyamatokban nyilvánuló szakszösszagról van szó, a mely már maga is hozzájárul a téli alvás előidézéséhez. A gerinces állatok közül pl. teljesen ilyen módon függ a békák anyagcsereje a hőmérséklettől, a gerinctelenek között pedig a rovarokról sikerült ugyanezt kimutatni. A téli alvás ez állatcsoportban is meglehetősen kiterjedt.

Említésre méltó még a halakon és rovarokon pontosabban tanulmányozott védő berendezés is, mely a téli álmot veszedelmeitől védi őket. Jóllehet a lethargia idejében az oxigén elhasználása igen csekély, azért még sem szűnik meg és téli alvásban levő állatok oxigénhijas helyen, lassan bár, de okvetetlenül elpusztulnak. Ezért kiválóan czélszerű az a berendezés, hogy a különben lethargiában levő állatokat a nagyfokú oxigén-

hiány fölébreszti. Ha ilyen eset pl. a vízben áll be, melyben a halak téli álmukat aluszzák, a halak, mint mondják, »felkelnek«, elhagyják téli helyöket az iszapban, és a víz színére törekednek, a hol levegőt szerezni kétségtelenül a legkönnyebb. S ha ekkor vastag jég réteg borítja a vizet, tehát a felszínen sincsen levegő, a halak, mivel most az izommunkára is sok oxigénre van szükségök, csakhamar tönkre mennek. Bizvást elmondhatjuk, hogy a felszínre való felszállás az utolsó életmentő kísérlet. A rendes körülmények között, álló vízben való téli nyugalomra nagy fontosságú az a körülmény, hogy a vízben lebegő, chlorofillt tartalmazó szervezetek még téli hőmérsékleten is oxigént fejlesztenek mindaddig, míg világosság éri őket. Így megtörténhetik, hogy a jég alatt télen is nagy oxigénmennyiséget találunk a vízben. Ez azonban csak addig van így, míg a jeget vékony hóréteg takarja. A mint a hó a fénysugarakat teljesen elfogja, az oxigénfejlődés megszűnik, a víz bár lassan, de folyton veszít oxigéntartalmából, a mely végre teljesen elhasználódik.

Sokkal érdekesebb és jobban is tanulmányozott az emlős állatok téli alvása. Ez a jelenség igen különböző fajokon fordul elő és különösen elterjedt a rágcsálók között. Téli álmot alszik a morota, a mogyorós és a nagyvaló pele, a hörcsög, az ürge, a bőregér, a sündisznó, a borz s esetleg a barna medve.

Az emlős állatoknak a környezettől független 37—40° C. közt változó hőmérsékletök van. E saját melegök következtében életök tág körben független a környezet hőmérsékletétől. Télen és nyáron egyenlően munkabírók, a mit állandóan meg is tartanak igen élénk, megfelelően erős melegfejlesztéssel járó anyagcserejökkel. Lehüléskor részint úgy védekeznek, hogy csökkentik a hővesztésüket, minek feltétele, hogy kevesebb vér jusson

a bőrbe, kisebbedjék a test felszíne, változzék a szőrtakaré alkotása; részint pedig azzal, hogy nagyobb hőfejlesztéssel működnek a lehülés ellen. E szabályozó berendezések megvan a téli álmot alvó emlősöknek is, de kevésbé tökéletes. Hidegebb környezetben testök hőmérséklete  $32^{\circ}\text{C}$ -ra, sőt még alább is süllyed, a nélkül, hogy, mint más emlősökön, bármilyen zavart észlelhetnénk rajtuk. Mindamellett mégis van hőszabályozásuk, olyan értelemben, hogy a hideg mint az anyagcserét fokozó inger hat rájuk. Ha azonban körülbelül  $8^{\circ}\text{C}$ -nyi alacsony hőmérsékletben hosszabb ideig vannak, megszűnik bennök ez a visszahatás, és gyorsan lehűlnek közel a környezet hőmérsékletére s egyúttal anyagcseréjük a testök rendes hőmérsékletén tapasztalható nagyságának  $\frac{1}{25}$ -ére, s még további lehüléssel  $\frac{1}{100}$ -ára süllyed.

Ennek megfelelőleg az anyagcsere szolgáltatásban álló tevékenység is csökken. A mormota, mely nyáron éber állapotban percenként 50—70-et lélekezik, téli alváskor percenként csak 2—8 lélekezetet vesz, sőt több percen át, egészen negyed óráig is szünetel a lélekezése. Hasonló a dolog a szív működésével is, a mely percenként a 200—300 dobogás helyett 14—36-ra száll le. Az idegrendszer ingerelhetősége is megfelelően csökken. A fény és hang teljesen hatástalan rá. Egyedül a test felszínét érő fájdalmas hatások, a többi közt az igen erős hideg költi fel az állatot.

Az  $0^{\circ}$  és alacsonyabb hőfokon való illetén felébredés szintén életmentő tulajdonság, épen úgy, mint a téli álmot alvó hidegvérű állatokra az oxigénben való hiánynak a hatása.

Ha egyszer az állati test megfagyására kerülne a sor, beállana a halál is. Bár hiteles megfigyelésekről van tudomásunk, hogy egyes hidegvérűek úgy befagytak a jégbe, hogy testök keménynyé mere-

vedett mint az üveg, s nem pusztultak bele, mégis a megfigyelések nagyobb számának tanúsága szerint a test megfagyása elpusztítja az életet. A téli álmukat alvó állatokat ettől a sorstól megóvjá az, hogy igen alacsony hőmérsékleten felébrednek. A felébredés után a test hőmérséklete, mely a környezet hőfokánál  $1\text{—}2^{\circ}\text{C}$ -sal volt csak magasabb, gyorsan kezd emelkedni, miközben az oxigén felvétele és a széndioxid kiválasztása megfelelően növekedik. Az anyagcsere fokozódásának okát könnyen megtaláljuk az izmok mozgásában, az izomzat reszketésében és megfeszülésében, melyeknek itt ugyanaz a jelentőségök, mint valamennyi melegvérű állaton, a melyeket hirtelen nagy lehülés ért. Az emberen is megfigyelhető, hogy a reszketés kezdésére az oxigén felhasználása s ezzel a melegfejlesztés egészen a kétszeresére fokozódik. Így a felébredő, mintegy  $10^{\circ}\text{C}$ . hőmérsékletű téli alvó a reszketés e stádiumában több oxigént használ el, mint a  $37^{\circ}\text{C}$ -hőmérsékletű állat nyugalmi állapotában. Megfelelő gyorsan emelkedik a hőmérséklete annyira, hogy a növekedés 2—3 óra alatt  $25\text{—}30^{\circ}\text{C}$ . is lehet.

A téli álmát alvó állat a testében végbemenő csekély átalakulásnak megfelelően nem veszít sokat a testsúlyából. A mormota nyáron eledel hiányában mintegy 20 nap alatt pusztul el, téli alvása alatt pedig, mely tartózkodáshelye magassága szerint 4—6 hónap lehet, az ősszel gyűjtött zsírkészletét sem használja el teljesen. Majd minden téli alvó állatra jellemző, hogy őszkor meghízik. Különbözik minden téli alvó állat éheznek az egész tél folyamán. Egyesek, pl. a hörcsög, a téli alvásul szolgáló üregben nagy mennyiségű ételmet halmoznak fel. Ezek minden 3—4 ik napon felébrednek, alaposan jólaknak, és megint elalszanak. A téli alvás tartama alatt azonban nemcsak az anyagcsere nagysága, hanem a módja is megvál-

tozik. Feltűnő, hogy a téli álmukat alvók a felvett oxigén mennyiségéhez viszonyítva csak igen kevés széndioxidot választanak ki. A kiválasztott széndioxid térfogata a főleg szénhidrátokból élő növényevő állatoknak rendes táplálkozásakor a felvett oxigén térfogatának mintegy 95%-át teszi; e viszony a legmélyebb téli alvás idejében egészen 30%-ra, sőt kevesebbre is leszáll. A zsir oxidálásakor ez a viszony, az úgynevezett respiratorikus hányados 70%, a szénhidrátoknál pedig 100%. E két határérték között változik a hányados nagysága a rendes viszonyok közt élő állatban, a szerint, a mint tápláléka zsirban, vagy szénhidrátban gazdagabb. A hízó növényevők a táplálék szénhidrátjából zsirt készítenek, mikor is a széndioxid kiválasztása a kémiai elméletnek megfelelően 130%-ra, sőt többre is emelkedik. Ilyen a téli alvók magatartása ősszel, bő táplálék jelenlétében. Az ellenkező magatartást a téli alvás alatt, a respiratorikus hányadosnak egészen 30%-ra való súlyedését, többnyire úgy magyarázzák, hogy a test zsirkészletéből szénhidrát keletkezik. Valóban a téli alvás vége felé az állatok zsirkészlete csaknem teljesen elfogy, de a szénhidrátok mennyisége az izmokban s májban még majdnem ugyanaz, a mekkora ősszel volt.

E jelenséget úgy magyarázzák, hogy a könnyen mozgó szénhidrátok mint igen könnyen oxidálódó anyagok az állat felébredésének pillanatára készenlétben vannak. E magatartás jól egyezik azzal a tapasztalattal, hogy minden állat izomműködés alkalmával bőségesen használ el szénhidrátot, úgy, hogy néha a testben lévő készlet teljesen felemésztyődik, és a pihenés folyamán újra pótolja.

Nem érdektelen a téli alvás összehasonlítása a lethargikus jelenségek egy másik sorával, melyeket épen nyár derekán és a trópusok alatt a legforróbb időben némely állaton tapasztalnak. Az úgy-

nevezett nyári alvás úgy keletkezik, hogy a test vízbősége beszáradás következtében megcsappan.

Annak a hasonmása ez, hogyan alakul sok állat és növény szaporodásra való csirája tartóssá. A növények magvai és spórái, épen mint sok alsóbbrendű állat petéje, vízben szűkölködő, és ez állapotukban, midőn anyagcsere ki nem mutatható bennök, meglepően ellentállnak a melegnek és hidegnek, a kellő időben pedig vizet felvéve, új életre ébrednek. A szárazságban csaknem porrá váló Rotatoriák és hasonló szervezetek nyári pihenése szintén ide tartozik. Hogy az életnek ilyen szünetelése gerinczeseken is előfordul, példa rá a szenegámbiai *Protopterus annectens* Ow.

Érdekes, hogy elalváskor, és az alvás folyamában közönséges téli alvóink szövetében is fokozatosan növekedik a vízhiány, a mi a lethargia előidézésében nyilván közreműködik. Mormoták hólyagjában nemcsak nagy mennyiségű vizeletet találtak, hanem a hasüregben is szabad folyadékot, midőn egyidejűleg a vér és a szöveti nedvek koncentrációjának nagyobbodását is megfigyelték. A kiválasztott folyadék felébredéskor részben ismét felszívódik, s így magyarázható, hogy ha a mormota vizeletét kathéterrel állandóan elvezetjük, a mormota sokszor többé fel sem ébred.

Ez a magyarázat valószínűbbnek látszik, mint az a föltevés, hogy a hólyagban összegyűlő s a falat feszítő vizelet váltja ki a felébredést okozó ingert. (Naturwissenschaftliche Wochenschrift, 1905. 10. sz. N. Z u n t z cikke.)

IRJ. Cs. L.

**A zárwatermő növények származása.** A zárwatermő növények — tudomás szerint — legalább is két sorozatot alkotnak, ú. m. az egyszikű, meg a kétszikű növényekét, melyek semmi-



képen sem képviselnek egységes törzset (phylum). A zárvatermő növények nem származtak a nyitvatermő növényektől, sem az élő heterosporás edényes virágtalanoktól. A zárvatermő növények különböző csoportjai függetlenül egymástól az ősi eusporangiumos páfrányoktól származtak, lévén ezek egyúttal a nyitvatermő növények elődei is, a melyeknek egyes csoportjai valószínűleg a palaeozoi *Marattia*-féléktől erednek. A mennyiben a zárvatermő növények monophyletikusak, a mi valószínűtlennek látszik, világosan kitetszik, hogy az egyszikű növények a legalsórangú kétszikű növényektől származtak. (Coulter, John M.: The Phylogeny of Angiosperms. Decennial Publications of the University Chicago. X.)

TÉTÉNYI.

**A szublimát és a pokolkő nagy mérgező hatásának magyarázata.** A szublimát még olyan fokú hígításban is hat, melyet chemiailag kimutatni már nem lehet, mert az analitikai kimutathatóság határain kívül esik.

Koch Róbert kimutatta, hogy a szublimátnak 1 : 1 000 000 oldata a lépfene bacillusának fejlődését megakadályozza.

Bokorny-nak algákon végzett kísérletekből kitűnt, hogy a szublimát káros hatását 1 : 1000 millióhoz terjedő hígításig lehet követni. Olyan nagyfokú hígítás ez, hogy a vizsgáló maga sem akarja hinni, hogy a szublimátnak e csekély nyoma valami hatást idézhessen elő. Ily oldat készítésében a következőleg járunk el. Először 1 g szublimátot 1 liter vízben feloldva, 1 : 1000 oldatot kapunk. Ebből 100 cm<sup>3</sup> oldatot desztillált vízzel 1000 cm<sup>3</sup>-re hígítunk, s 1 : 10 000-hez oldatot kapunk; ugyanily módon 1 : 100 000-es, végre 1 : 1 000 000-hoz stb. oldatot készítünk. Az ember már-már azt hiszi, hogy tiszta víz van a kezében. De azért a Spyrogyra moszatok pontosan reagálnak az

1 : 10 millióhoz, 1 : 100 millióhoz, sőt még az 1 : 1000 millióhoz hígítású oldatban is. Ezek a jól differenciálódott sejtek határozottan káros változást tanúsítanak egyes szerveikben, sőt némely sejt el is pusztul, ha az erős hígítású híg oldatokban mintegy nyolcz napig benne hagyjuk.

Ugyanazon időben az ellenőrzésül állított vízpróbán változásnak természetesen nem szabad mutatkoznia.

Naegele már mintegy 30 évvel ezelőtt hasonló megfigyelést tett rézsókkal, Loew és Bokorny ezüstsókkal (pl. pokolkővel). Erre alapította Naegele az »oligo-dinamikai« hatás elméletét.

Időközben azonban kiderült, hogy aránylag véve igen egyszerű megoldása van az eddig oly rejtélyes jelenségnek.

E fém sók ugyanis felhalmozódnak a sejtekben s felhalmozódásuk végre halált okoz. Ezt először is azon mutathatjuk ki, hogy a sejtek protoplazmájában a folyadékban való hosszabb állás után az ezüst, a réz, vagy a higany chemiailag világosan kimutatható, holott az oldat (1 : 1 000 000-hoz) már kezdettől fogva semmi reakciót nem ad. Másodszor az erősen hígított oldat nem árt a szervezeteknek, ha kis mennyiségben alkalmazzuk, vagy ha sok algát teszünk az oldatba. Az algák vagy a gombák a fémeket természetesen magukba szedik az oldatból, mint máskor is, de egész mennyisége nem elégséges a sejt megölésére.

Felteszszük, hogy a protoplazma-féherje maga reagál az említett fém sókra, s ezzel lassanként halálos lefolyású változás éri. Van elég alapunk a feltevésre, hogy valóban így van a dolog.

Mindamellett csodálatra méltó, hogy a reakció akkora hígításra egyáltalán bekövetkezik. A chemiában az efféle ismeretlen, s úgy látszik, hogy a protoplazma fehérjeanyaga a reakcióra legrátermettebb anyagokhoz tartozik, ha szublimáttal vagy pokolkővel kerül össze.

Az ólomsóoldatok, melyek a protoplazmával való közvetlen kémiai érintkezésben szintén károsan hatnak, megszűnnek mérgezők lenni, ha az oldat aránya 1:1000000-hoz. Nyilván nem bírnak ilyen hígításban a protoplazma fehérjeanyagaival reagálni.

Minden nehéz fém sójáról föltehetjük különben, hogy 1:10000-hez, sőt 1:1000-hez való hígítása nem közvetlenül halálos, hanem csak akkor, ha a fém bizonyos mennyisége kémiai reakció segítségével a protoplazmában felhalmozódott.

A szublimátrólpl. könnyen megállapítható, hogy rövid időre, talán csak egy perczre bemártott élő anyagokra 0.1%-os oldata nem hat öltőleg, hanem csak mintegy 10 percnyi bemártás után. Ellenben az 1%-os oldat használatakor a Spirogyrán a mikroszkóppal azonnal megfigyelhetjük a protoplazma halálos elváltozását. (Naturw. Wochschr., 1905. 34. sz.)

IFJ. CS. L.

### Symbiosis a *Lolium*-magvakban.

Ismeretessé vált az a jelenség, hogy bizonyos *Lolium*-fajok magvaiban gombafonalak fordulnak elő. Freeman E. M. beható vizsgálatokat végezett\* e téren, melyeknek főbb eredményei a következőkben foglalhatók össze. Freeman megállapította, hogy az a viszony, mely a szédítő vadóc (*Lolium temulentum*) magvai meg a benne élő gomba között megvan, előfordul a *Lolium perenne* és a *L. italicum* fajokon is. A vizsgálatok során megállapította, hogy a kereskedelmi magvak között a *Lolium temulentum*-éiban 85—98 százalék tartalmaz gombafonalakat (hypha), a sikértartalmú sejtréteggel tőszomszéd szintelen rétegében. Néha e gombafonalak a magfehérjébe is behatolnak, azonban sohasem jutnak bele a siker- és keményítőtartalmú sejtekbe.

A gombafonalak növekedése lépést tart a csira hosszanti növekedésével, és a növény további életfolyamán mindenkor megtalálhatók. A fiatal magházakban a gombafonalak keresztül nőnek a magrügypelen (nucellus) és buján növekednek; e közben a csiratömlő megnyúlik, és a pete termékenyítésének idején a gombafonalak a magrügyszínór mentében növekedésüket megszüntetik, s ezzel egy hyphacsomónak elkülönülését okozzák a magrügylap meg a magrügyszáj között. Ez a későbbi fertőző gócpont, a mely foltból erednek azok a gombafonalak, a melyek a csirába hatolnak.

Minden igyekezet, mely e gombának spóráképzésére irányult, meddőnek bizonyult. Kettős magyarázat szolgál erre: 1. a mycelium-fertőzés módja olyannak állapítható meg, hogy a spóraalkotó tehetség egészen abbamarad; 2. telepcsomót alkotó gomba foroghat szóban, vagy pedig olyan, mely a gazdanövénynek valamelyik más részében fejleszti spóráit. Az előbbi nézet látszik valószínűbbnek.

A sötét helyiségben tartott gazdanövények nem kedveztek az elősködő gomba fejlődésének, mely — úgy látszik — biológiailag magasabban szervezett, minthogy azok a körülmények, melyek kedvezőek a gazdanövény fejlődésére, egyúttal kedveznek a gombának is.

Gombás és nem gombás *Lolium*-okról származott magvak elvettétvén, az ivadéknövények vizsgálatából kitűnt, hogy ebbeli viselkedésekben hűek maradtak szülőnövényeikhez; t. i. azok a növények, melyek gombátlan magvakból keletkeztek, nem voltak fertőzöttek, azok pedig, melyek gombás magvakból származtak, mindannyian fertőzöttek voltak. Ekként kétségtelenül két fajtája volt megállapítható a *Lolium temulentum*-nak. A fertőzött növények sokkal erősebben növekednek, a mit a gomba jelenlétére előálló kedvező körülménynek kell tulajdonítani.

\* Minnesota Botanical Studies.

Nem érdektelen, hogy a nép körében régóta tapasztalatból tudják, hogy a tavaszi búza között tenyésző szédítő vadóc szemeivel együtt őrlött búzalisztból az embereken állítólag szédülés, sőt őrültségi jelenségek szoktak bekövetkezni. A vadóc magvaival tett ilyen irányú kísérletekkel látás megzavarodását, a tagok reszketését, sőt ismételt hányást is tapasztaltak. A vadóc e mérgező hatását bizonyára nem maga a növény, hanem a magvaiban élő gombaszervezet idézi elő, mivel ellenkező esetben ez volna az egyedüli mérges növény a pázsitfűvek családjában. Ennek a hatásnak analógiája a rozskalász mérges gombája. A szédítő vadóc magvait sörgyártás közben az árpa közé is szokták keverni, nagyobb fokú bódító hatás elérése végett.

TÉTÉNYI.

**A tantál- és szénszálas lámpa összehasonlítása.** A bécsi »Zeitschrift für Elektrotechnik«-ben a feszültségváltozás szempontjából érdekes összehasonlítást közöltek a tantál- és szénlámpákról. A kísérleti lámpák 110 voltra voltak szerkesztve és ezen a feszültségen 25 gyertya-

fényt adtak. 200 voltig növekvő, különböző feszültségű áramoknak voltak kitéve és áramfogyasztásukat mindig ugyanazon módszerrel határozták meg.

75 volt feszültségen a szénlámpa 2·5 gyertyafényt, a tantállámpa pedig 6·4-et adott; 110 volton mind a két lámpa 25 gyertyafényt adott. 160 volton a tantállámpa 93-at, a szénlámpa 209 gyertyafényt mutatott. A feszültség további növelésével a szénlámpa intenzitása feltűnően a 160 volt alatt maradt és 200 voltot érve el, a lámpa pillanat alatt elégett. A tantállámpa 200 volton 206 gyertyafényt szolgáltatott.

A mi a kísérlet folyamán talált áramfogyasztást illeti, ez a tantállámpára kedvező volt, mivel 110 volt feszültséggel a gyertyánkénti fogyasztás 106 wattot tett.

E kísérletekből kitűnik tehát, hogy tartósság és fogyasztás szempontjából a feszültségváltozás sokkal kevésbé árt a tantállámpának, mint a szénlámpának. A tantállámpának az a hibája, hogy körülbelül ötszörte nagyobb az ára, mint a szénfonalas lámpáé; továbbá, hogy Budapesten csak 25 gyertyafényű kapható belőle.

JÁMBOR JÓZSEF.

Megjelenik évenként  
négy füzetben, há-  
romnagynyolczadrét  
ívnyi tartalommal;  
időnként szövegközi  
ábrákkal illusztrálva.

# PÓTFÜZETEK

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a tár-  
sulat tagjai évi 2 K.  
ráfizetéssel kapják;  
előfizetési ára, a Ter-  
mészettud. Közlöny-  
nyel együtt, 12 K.

XXXVIII. KÖTETHEZ.

1906. MÁJ.—AUG. 2—3. (LXXXII—LXXXIII. PÓTFÜZET.)

### A növényanatómia mai állásáról.\*

A növényanatómia mai állásáról szólva, tulajdonképpen annak tárgy-  
körére is részletesebben ki kellene terjeszkednünk, különösen azért, mert a  
növényanatómia bizonyos fokig más irányú tárgykört ölel fel, mint a zoológiai  
anatómia. Azonban bármennyire tanulságosak is lennének az idevonatkozó  
fejtegetések, ezeket, előadásunk keretéhez szigorúan alkalmazkodva, mellőz-  
nünk kell. A növényanatómiát legáltalánosabban elfogadott értelmezésében  
veszszük, vagyis a növényanatómiáról, mint a növények testének fino-  
mabb, nagyrészt csak mikroszkóppal látható szerkezetéről szóló tanról  
fogunk szólni s ennek ama főbb tételeivel foglalkozunk, a melyek a  
magasabb rendű növények testének szerkezetére vonatkozó felfogásunkat  
és vizsgálódásainkat általánosságban irányítják.

»Az, hogy a magasabb rendű növények teste különböző alkotású  
rétegekből áll, már a legrégibb időkben, a növények legkezdetlegesebb  
vizsgálása mellett sem maradhatott észrevétlenül.« E szavakkal vezet-  
be Sachs\*\* a növényanatómia történetét, s felhossa, hogy már a leg-  
régibb természetvizsgálók is megkülönböztették a növény testének fel-  
tűnőbb alkotórészeit, nevezetesen a szárban a belet, a kérget, a fát, a  
háncsrostokat, a levélben pedig a húsos alapszövetet, az erezetet stb.  
A növénytan történetében tovább lapozgatva azonban azt vesszük észre,  
hogy a szabad szemmel való vizsgálódás a fenti eredménynél tovább  
alig vezetett s így a növényanatómia jelentékenyebb haladása csak az  
1600-as évek második felében, a mikroszkóp tökéletesebb alakjának  
fölfedezése után vehette kezdetét.

De ne gondoljuk, hogy ez a fölfedezés mindjárt a növények fino-  
mabb szerkezetének helyes megismerését vonta maga után. A mikrosz-  
kóp a növény testének legapróbb részleteit is elénk tárta ugyan, azonban  
ezeket nem elég látnunk, hanem a látott részleteket értelmeznünk és

\* Előadta a szerző a Kir. Magy. Természettudományi Társulat 1905. december  
7-ikén tartott egyetemes szakülésén.

\*\* Geschichte d. Botanik, 235. lap.





magyaráznunk is kell. Azokhoz a magyarázatokhoz pedig, a melyeket a növényanatómia ma hirdet, a kutatók egész sorának több mint két századon át végzett fáradtságos munkája után jutottunk. Hiszen, hogy mást ne említsünk, pusztán csak annak a tisztázása, hogy a sejtek között kettős sejtfal van, és hogy a többé-kevésbbé kerekded (isodiametrikus) parenchym-sejtek, a hosszúra nyúlt rost-sejtek és a tágas nyílású, áttört végfalú edények egy közös alakra, a minden oldalról sejtfallal körülvett sejtre vezethetők vissza, csak az 1830-as években Mohl vizsgálatai révén következett be, vagyis több mint másfél évszázaddal később a mikroszkóp tökéletesebb alakjának Hooke által 1667-ben történt felfedezése után. A növények testét alkotó sejteknek, osztódással való szaporodása olyan értelemben, mint azt ma ismerjük, Nägeli vizsgálati eredményei révén szintén csak az 1840-es években lett ismeretessé. Hogy időközben mily nehezen tisztázódtak a fogalmak, arra világot vethet pl. a Wolff elmélete (az 1770-es években), mely szerint a növény fejlődésben levő szövete kezdetben kocsonyás tömeg volna, a melyben a tápláló folyadék apró cseppek alakjában kiválik s a cseppeket közbeeső alapanyag — a mit ma sejtfalnak nevezünk — választja el. Ennek és más hasonló téves felfogásoknak megdöntéséhez 60--70 évre volt szükség. Messze vezetne, ha a növényanatómia történetére részletesebben kitérnénk, azonban már az említettek is eléggé bizonyítják az utóbbi évtizedek óriási munkáját.

Ha a növényanatómia mai irodalmát vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy e tudomány látszólag négy irányra ágazik, ú. m. az *általános morfológiai*-, a *fiziológiai*-, s az ettől alig elválasztható *mechanikai*-, és végül a *rendszertani összehasonlító anatómiára*. Lássuk mindenekelőtt röviden ezeket az ágakat és egymáshoz való viszonyukat.

Előre bocsáthatjuk, hogy a négy ágazat között a legszorosabb kapcsolat van, még pedig nemcsak oly értelemben, hogy mindannyian közös, általános morfológiai alapból indulnak ki, s hogy ennek következtében nem választhatók el, hanem, hogy kölcsönös vonatkozásuk és egymásra gyakorolt hatásuk következtében olyannyira és oly szorosan nőttek egymáshoz, hogy egyiknek előrehaladása ma is a másiknak előrehaladásától függ. Ezért, jöllehet az egyes ágazatokat képviselő, alapvető dolgozatok, mint pl. a Nägeli, Hanstein, Sachs, van Tieghem és Strasburger általános morfológiai, a Haberlandt fiziológiai, a Schwendener mechanikai és a Vesque, Radlkofer s Solereder rendszertani összehasonlító anatómiai dolgozatai igen szembetűnően képviselik az egyes irányokat, mégis a növények anatómiai szerkezetébe, *a már tényleg elért eredményeknek megfelelően*, csupán az összes ágazatok adatait figyelembe véve nyerhetünk bepillantást.



Az *általános morfológiai anatómia*, a növényi test szerkezetének alaki sajátságait, okszerűen nem kutathatja az egyes részek fiziológiai s mechanikai hivatásának, valamint az öröklékenységek figyelembe vétele nélkül. A *fiziológiai anatómiának* az előbbire támaszkodva, ugyancsak számolnia kell a növény szilárd állásának követelményeivel, valamint azzal is, hogy az egyes részek sajátságaiban a fiziológiai célokon kívül, nyomot hagy az öröklékenység is; szóval, hogy bennük az elődök s rokonok alaki sajátságai is kifejezésre jutnak. A *mechanikai anatómiának* pedig akkor, a mikor a növényi test mechanizmusával foglalkozik, az anatómiai alakulások, a mikroszkópikus tartók, boltívek, oszlopok, szóval a növény egész architektúrájának megítélésében sohasem szabad figyelmen kívül hagynia, hogy e berendezéseknek nemcsak a mechanikai igénybe vételnek kell megfelelniök, hanem, hogy egyszersmind a nedvszállítás, a tápláló anyagok előállítása, átalakítása s raktározása, a védő váladékok képzése s más funkciók is feladatai közé tartoznak, a mely céloknak megfelelően módosul a növény architektúrája, a mi természetesen végtelen változatosságra vezet. A mechanikai anatómiának, azonkívül kétségkívül a rendszertani anatómia tanaival is kell számolnia, mert, hogy magának Schwendener-nek, a mechanikai anatómia megalapítójának szavaival éljek: »a mechanikai sejtek alakja és szerkezete, valamint az illető sejtcsoportok elrendeződésének módja, öröklés útján ivadékról ivadékokra száll...«, s így tehát örökölt sajátságnak tekintendő. A midőn tehát a mechanikai anatómia abból indul ki, hogy a mechanikai igénybevételekre a növényi test alkalmas mechanikai berendezésekkel reagál és hogy »a kívülről ható erők az igénybe vett részekben úgyszólván direkt növekedéssé alakulnak át« s czélszerű anatómiai berendezkedést eredményeznek: akkor nemcsak hogy számolnia kell a rendszertani összehasonlító anatómiának az öröklékenységgel kapcsolatos tételeivel, hanem sokszor egyenesen azt kell megállapítania, hogy mi az, a mi az elődökhöz és rokonokhoz viszonyítva, mechanikai hatások folytán az illető növény anatómiai berendezésében változást szenvedett. A felhozottakból világosan állhat előttünk az, hogy a *rendszertani összehasonlító növényanatómia* is a legszorosabban kapcsolódik az előbbiekhöz.

A rendszertani anatómia a rokon növénycsoportok és növényfajok között az anatómiai hasonlóságokat és különbségeket kutatja. Egyrészt abból indul ki, hogy a rokon növényfajok belső szerkezetében is kifejezésre jut a rokonság, másrészt pedig abból, hogy a külső sajátságaik alapján megkülönböztetett növényfajok egymástól anatómiai sajátságaikban is különböznek. Adatait úgy a fejlődéstani, mint a kész növényre vonatkozó morfológiai anatómiából meríti, azonban sohasem tévesztheti szem elől a fiziológiai s a mechanikai anatómia eredményeit sem. Az alapját képező tételek ugyan igazak, vagyis minden növénycsaládnak

s fajnak meg kell, hogy legyenek a maga jellemző anatómiai sajátosságai. Ezzel szemben azonban az is ismeretes, hogy hasonló fiziológiai és mechanikai okok, hasonló anatómiai berendezésekre vezetnek és így ez okokkal kapcsolatosan, közel rokon növényfajok anatómiai szerkezete elütő, és viszont a természetes rokonság tekintetében egymástól távol állóké is hasonló lehet.

A növények szerkezetbeli sajátosságai közül a rendszertani anatómiára főleg azoknak van értéke, a melyeken az élettani viszonyok nem változtatnak, vagyis azoknak, a melyeket a növény az eltérő tenyésztési viszonyok szerint nem tud megváltoztatni. Ezek az elődökön és a rokon fajokon következetesen mindig állandóan előfordulnak, s így ezek az anatómiai szerkezet alapján is meghatározhatók. E sajátságok megállapításakor azonban ugyancsak mélyen kell bepillantani a fiziológiai és a mechanikai anatómia eredményeibe, sőt tovább mehetünk s azt állíthatjuk, hogy ezen a téren még csak meg sem állhat a rendszertani anatómia önmagában.

A növényanatómia felsorolt ágazatainak szoros kapcsolatát az előbbieken csak röviden vázoltam, a részletek a kapcsolatot még erősebben bizonyítják és a mellett tanúskodnak, hogy a mai növényanatómia eme ágazatai pusztán vizsgálódási irányokat jelentenek, a melyeket mint ilyeneket mindenesetre meg kell különböztetnünk, de a melyek korántsem képviselnek önálló tudományokat. A vizsgálatok irányának eme elágazása mellett a növény belső szerkezete különböző oldalról nyer megvilágítást, az eredményeknek azonban egy közös téren, a növények anatómiai szerkezetének, a valónak megfelelő, helyes megismerése terén kell egyesülniök; a mi végeredményben szükségszerűen a rendszertani anatómia kibontakozására, az összes növénycsaládok és fajok anatómiai szerkezetének megismerésére fog vezetni.

Ettől azonban ma még távol vagyunk. A mit *Engler*\* hangoztat, t. i. hogy »az a piros fonál, a melylyel az egymással benső rokonságban levő növényalakok összekapcsolhatók, az újabb vizsgálatok eredményeinek bizonyága szerint — akkor található meg, ha a megfelelő anatómiai viszonyok is tekintetbe vétetnek . . .«, általános érvényt, még csak a messze jövőben nyerhet.

Ma többé-kevésbé részletesen, a növények több tízezrének ismerjük anatómiai szerkezetét, az adatok óriási halmazát azonban a természetes rendszerrel szoros kapcsolatba hozni még nem sikerült. Ez pedig nem az adatok egybeállításán múlt, hanem főleg azon, hogy a természetes rendszer alapját tevő külső alaki sajátságok változásaival a belső szerkezet változásának menete nem vág egybe. Ez okból a növény fáját, pusztán egyes részeinek anatómiai szerkezete alapján, csak megközelítőleg

\* Syllabus der Pflanzenfamilien. IV. kiad. XII. lap.

tudjuk meghatározni; és ha akár tudományos, akár pedig gyakorlati célokból mégis megbízható meghatározásokat végzünk, ez nem csupán az anatómiai sajátságok rendszertani értékén, hanem az illető növényi rész külső alaki sajátságainak, eredetének s más körülményeknek ismeretén, és a körülbelül szóba jöhető növényfajoknak ez adatok alapján való kipuhatolásán fordul meg. A szóba jöhető fajok szerint módosul az is, hogy mily anatómiai sajátságokra kell gondot fordítani, s a vizsgálat intenzitását milyen irányban kell fokozni.

Az eredmény tehát többnyire a vizsgálat intenzitásától és irányától függ és ebből a szempontból kell megítélnünk a mai rendszertani anatómia hiányait is: t. i. ma még az összes növényfajoknak minden irányban rendszeresen feldolgozott anatómiájával nem rendelkezünk.

Hogy a növényanatómia egyes fontosabb eredményeibe részletesebb bepillantást nyerhessünk, vázoljuk röviden a magasabb rendű növények testének szerkezetét a fejlődés megindulásától a szerkezet teljes kialakulásáig.

A növények összes szövetei kezdettől végig sejtosztódással s az így keletkezett sejtek növekedésével gyarapodnak. A növekedés egyúttal a sejtek és sejtcsoportok differenciálódására, vagyis különböző alkotású sejtek s szövetek keletkezésére vezet.

A legelső sejtosztódás a magrügyben, a pollenszemecske generatív sejtje által megtermékenyített petesejten megy végbe és a csira kifejlődését eredményezi. A finomabb, változatos részleteket mellőzve, a csira fejlődésmenetéből csupán azt emeljük ki, hogy a petesejt oszlása révén először a megnyúlt előcsira keletkezik, mely az embriótartót szolgáltatja, s a melynek csúcsából a csira főtömege bontakozik ki. A Gymnospermák csiráján változó számú, az egyszikűekén egy, a kétszikű növényekén két csiralevél fejlődik s közöttük, illetőleg az egyszikűek csiralevelének oldalán a szárrügy (plumula) és a csira ellenkező végén a gyököcske (radicula) foglal helyet.

Hovatovább számosabb oly növény válik ismeretessé (*Taraxacum*, *Hieracium*, *Thalictrum*, *Antennaria*, *Alchimilla*), a melynek petesejtje megtermékenyítés nélkül indul osztódásnak és fejlődik csirává. E folyamatot újabban Strasburger\*, az *Alchimilla*-fajok apogamiájáról szóló dolgozatában ismerteti behatóan. Dolgozatából az derül ki, hogy a megtermékenyítés nélkül szaporodó virágos növényfajok petesejtjét az anyanövény vegetatív sejtjének kell tekintenünk, a mely tehát egyszerűen vegetatív úton fejlődik tovább. Strasburger ugyanis kimutatta, hogy a csirafejlődésnek ez a módja, a petesejt keletkezésének anatómiai sajátságaiban is különbözik az ivaros csirafejlődéstől.

\* Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 1904. 88. lap.

A növény osztódó szöveteinek sejtjei ugyanis — bizonyos kivételes eseteket nem tekintve — oly módon osztódnak, hogy először a sejtmag szálas anyaga rövid szelvényekre, ú. n. magelemekre (chromosomákra) tagolódik, ezek a sejtmag kötelékéből kilépve, a sejt középsíkja táján csoportosulnak, mindegyikük hosszában kettéoszlik, s az így keletkezett fél chromosomák a megfelelő módon, a sugarasan kihúzódtott cytoplasmaszálak segítségével, a két polus felé vándorolnak, hogy itt az eredeti chromosoma-számmal, egy-egy új sejtmagot alkossanak. A sejt középsíkjaiban e közben új hártya, az új sejtfal keletkezik.

Az ivarsejtek fejlődése ettől a folyamattól főként abban tér el, hogy fejlődésük alkalmával, az osztódó anyasejt chromosomái nem oszlanak hosszukban ketté, hanem széthasadásuk után is együtt maradnak, s így a két keletkező sejtmag a vegetatív sejtek chromosomáinak csupán felével fog birni. Az illető növény vegetatív sejtjeiben előforduló teljes chromosoma-szám pedig csak a generatív- és a petesejt-mag egyesülése után jön létre. Nem tekintve az ivarsejtek magjának oszlásában tapasztalható más jellemző sajátságokat (synapsis, multipolaris plasmaszálak, a chromosomák szórt elhelyezése), morfológiai szempontokból tehát főleg a chromosomák száma dönt a felett, hogy generatív vagy vegetatív sejtoszlással van-e dolgunk.

Ezen az alapon S t r a s b u r g e r kimutatta, hogy az európai *Eualchimilla*-fajok legnagyobb részén tapasztalható, megtermékenyítés nélküli szaporodást az jellemzi, hogy petesejtjük vegetatív sejtjeikre jellemző, 60 körüli teljes chromosoma-számmal jön létre, nem pedig redukált számú chromosomákkal, melyeknek száma a hímpor-anyasejtekben és az ivarosán szaporodni tudó subnivalis *Eualchimillák* embriózsák anyasejtjében 32.

Több mint bizonyos, hogy az összes, megtermékenyítés nélkül szaporodó virágos növényeken ugyanez az eset fordul elő s így ezeknél apogamiával van dolgunk, nem pedig parthenogenesisissel, mert parthenogenesisről vagyis szűzszaporodásról csakis redukált chromosoma-szám mellett lehetne szó.

Az embrió fejlődésének egy másik, vegetatív úton történő módja az, a mi egyes *Evonymus*-, *Citrus*-, *Funkia*-, *Euphorbia*-fajokon észlelhető. Ezeknél ugyanis a beporzás után a nucellusból az embriózsákba járulékos csírák nőnek be, s éppen úgy fejlődnek ki, mintha rendes csírák lennének. Sőt egyes esetekben, így a *Caelebogyne ilicifolia*-n s egyes *Balanophora*-fajokon beporzás nélkül is keletkeznek járulékos csírák.

A leírt, különböző módon létrejött embrió továbbfejlődése a mag csírázásakor veszi kezdetét, a mi a csíra összes szöveteinek élénk osztódásából áll. A belőle kifejlődő növény növekedését a szár és a gyökér tenyésző csúcsa vezeti, s a szár tenyésző csúcsán az illető növényfajra

jellemző mértani szabályossággal jönnek létre az egyes testrészek: a levelek s a hónaljrügyek, a mely utóbbiakból a főtengeleyhez hasonló melléktengelyek bontakoznak ki.

A quantitativ szöveti fejlődéssel karöltve jár a qualitativ fejlődés is. Míg a csúcsokon mintegy folyton tovább tolódva a növény teljes kifejlődéséig folyton megmarad az embrionális állapot, addig a szár s a gyökér hátrább eső részeiben s a levelekben az eredetileg mind egyforma, vékony falú, kissé lekeretített, koczkaalakú sejtek differenciálódása, vagyis hivatásuknak megfelelő átalakulása megy végbe.

A külső sejtréteg vastagfalú epidermissé alakul, ezen belül pedig különböző szövetek jönnek létre, a melyek közül leginkább szembetűnek a szárban: az epidermis alatti ú. n. kéreg, az edénynyalábok s a bél, valamint a levelekben a palisszád- és szivacs-parenchyma, s az erezetet alkotó szövetek, az edénynyalábokkal.

A dudvanemű növények teste, vagy legalább is ezek földfeletti része, egy tenyészeti idő alatt befejezi gyarapodását, s elpusztul; a fenyő-féle és a lombos, fás növények ellenben a csúcsaikon fennmaradó ősmerisztéma és a törzsük és ágaik fatestét köpeny gyanánt borító osztódó szövet, a kambium működése után szöveteiket évről évre gyarapítják. A tenyésző csúcsok osztódó szövete mintegy folytatja a csiráállapotot, vezeti a csúcsok növekedését, a fa és a kéreg közötti kambium pedig osztódása által befelé állandóan fát s kifelé hancsot hoz létre. Ez az utóbbi oszlás kétféle, a kambium-sejtek ugyanis egyrészt tangenciális hosszfalakkal osztódnak, s így szaporodnak a sejtek a sugár irányában; másrészt pedig keresztfalakkal is osztódnak s az így keletkező egymás felett álló sejtek megnyúlnak, egymás közé tolódnak, a mi által a sejtek koronként a periferia irányában is szaporodnak.\* A kambium az edénynyalábokban és ezek között keletkezik, s miután az osztódása által létrejövő szövetek, a kifelé eső kérget, a törzs vastagodásának bizonyos fokán túl felszakítják, e felpattanó részek táján, az epidermis alatt újabb osztódásra termett szövetek keletkeznek, melyek kifelé parasejteket fűznek le. Ezáltal jön létre a fák kérge. A kambium osztódása úgyszólván korlátlan időig tarthat, s ennek következtében fás növényeink évszázadokon, sőt évezredekken át élnek és növekednek, elpusztulásuk pedig nem az osztódó szövetek

\* A kambium-sejtek eme oszlását Raatz ismerte fel (Jahrb. f. wiss. Botanik 1891 p. 601) a *Pinus silvestris*, *P. strobus* és *P. austriaca* fajokon, s tudtommal ez a kérdés, — a mely még mindenesetre beható és kiterjedtebb vizsgálatokat igényel — azóta nem nyert újabb megoldást. Azt a régi felfogást azonban, mely szerint a sejteknek a periferia irányában való szaporodása *radiális* falakkal való oszlás eredménye volna, Raatz eredményei úgyszólván megdöntötték; csodálatos, hogy erről a körülményről a legújabb tan- és kézikönyvek sem vesznek tudomást. (L. pl. Strasburger, Lehrbuch, VI. kiad. p. 106).



megvénülése, vagy belső okokból való elhalása által, hanem külső hatások vagy parazita gombák közbejötté folytán következnek be.

Térjünk most vissza a fiatal fejlődő csiranövényhez s illetőleg az elsődleges szövetekhez. Utóbbiakon ugyanis mindazokat a szöveteket értjük, a melyek a tenyésző csúcsból veszik eredetüket, megkülönböztetvén ez által ezeket a másodlagos, utólag keletkezett osztódó szövetektől, a melyek az elmondottak szerint, a kambium osztódása útján jönnek létre.

Az elsődleges szövetekhez tartozó epidermis, s az ezen belül fekvő alapszövet, az edénynyalábokkal és egyéb szövetrészeivel, alaki sajátágaiban és elrendeződésében a különböző növényeken s ezek egyes testrészein nagy változatosságot tár elénk, e mellett azonban bizonyos analógiákat is mutat. Ezek az analógiák az egyes szövetrészek egységes felfogására és elnevezésére vezettek.

Az első beosztás Sachs-tól ered. Ő a következő három szövetrendszert különböztette meg: a *bőrszövetrendszert*, melyhez az epidermist és annak tartozékait sorozta, az *edénynyalábrendszert* és az *alapszövetrendszert*, a mely utóbbi szövetrendszerhez számította mindazokat a szöveteket, a melyek az előbbi kettőn kívül a növény testében még előfordulnak.

Van Tieghem felfogása szerint a növény testét az epidermis, az alatta helyet foglaló kéreg és a központi henger, az úgynevezett *stèle* alkotja. E két utóbbit egymástól az endodermisnek nevezett sejtréteg választja el, a mely különböző alkotású és természetű lehet.

A két beosztás közötti különbség, különösen újabban, a botanikusok egész sorát foglalkoztatja. Fáradságos munkájuk eredményeit összeállítva, Schoutte-nak a *stèle*-elméletéről irt könyvében találjuk meg.\*

A két beosztás közötti különbség, a mint a fentiekből is kiderül, abban van, hogy Sachs az edénynyalábok körüli összes szöveteket egy egységnek, alapszövetnek tekintette. Van Tieghem pedig az edénynyalábokon kívül fekvő endodermist, igen fontos elválasztó sejtrétegnek tekinti, s erre alapítja azután egész beosztását, a melynek további aprólékos részleteit egyszerűség kedvéért már előbb is mellőztük. A kérdésben tehát az a döntő, vajjon szabad-e az endodermisnek ily jelentékeny és általános morfológiai értéket tulajdonítani és továbbá az, hogy melyik beosztás szolgáltat az elméletnek és a gyakorlatnak czélszerű és jogos fogalmakat?

Endodermis, Schoutte s mások vizsgálatai szerint, majd mint keményítő réteg, majd pedig mint védő sejtréteg a növények szárának, gyökerének s levelének kész szöveteiben, a megvizsgált számos növé-

\* Dr. J. C. Schoutte »Die Stelär-Theorie« 1903.

nyen, — igen csekély kivétellel — állandóan előfordulónak bizonyult, s Fischer eredményeire\* vonatkozólag, melyek szerint az endodermis igen sok növény szárában nem különböztethető meg, Schoutte kimutatta, hogy keményítőtartalomról levén szó, a vizsgálatot a megfelelő évszakban kell végezni. Ennyiben tehát a szövetek elhatárolására az endodermis jogosan használható, sőt, a mint Schoutte kimutatta, rendszertani szempontokból is értékes útbaigazítást ad.

Minthogy a központi henger megkülönböztetésével a növény testét topografiaiilag pontosabban tudjuk elemezni, az egyes részletek helyét pedig pontosabban tudjuk kifejezni, mint a Sachs tágkeretű »alapszövet«-ének alkalmazásával, czélszerűség szempontjából is jobbnak bizonyul a van Tieghem beosztása s felfogása.\*\*

A másik szempont, a melyet e kérdés eldöntésében még okvetlenül tekintetbe kell vennünk, az, hogy melyik beosztás van fejlődéstanilag is igazolva.

Ezen a téren a Hanstein beosztása áll homloktérben. Szerinte a tenyésző csúcsok embrionális szövetén három réteget kell megkülönböztetnünk; a külső *dermatogént*, melyből az epidermis lesz, a beljebb fekvő *periblémát*, melyből az elsődleges kéreg fejlődik és végül a legbelső *plerómát*, a melyből a központi henger formálódik. Hanstein-nak ez a beosztása eleinte hódított, mert módját nyújtotta annak, hogy a kifejlett növény testének differenciáltságát igen természetesnek látszó módon, már az embrión s a tenyésző csúcsokon magyarázzuk. Hovatovább azonban az derült ki, hogy a Hanstein megkülönböztette egységek a növények legnagyobb részén nincsenek meg, s hogy az embrionális szövetekben fejlődéstanilag pontosan megkülönböztethető, különböző értékű rétegek egyáltalán nincsenek.

Schoutte és mások vizsgálataiból továbbá az is kiderült, hogy ama gyökércsúcsokon, a melyeken a Hanstein-féle szövetnemző rétegek felismerhetők, a dermatogénből ugyan valóban epidermis, a periblémából kéreg és a plerómából központi henger lesz; a tenyésző csúcson azonban nem ilyennek bizonyult a viszony. A tenyésző csúcsnak ezen osztódó szövet-részeit, vagyis merisztéma-egységeit jól felismerhetően, eddig csak a *Hippuris vulgaris*-on találták meg, de erre a növényre nézve is kimutatta Schoutte, hogy plerómájából nemcsak a központi henger, hanem a kéreg egy része is ered. Hasonlót mutatott ki Koch\*\*\* a *Gymnospermák* szárának tenyésző csúcsára, a melyen a dermatogén, a melyet már helyzetéből is biztosan megítélhetünk, *tangenciális*

\* Jahrb. f. wiss. Bot. 1900, 1. lap.

\*\* Megjegyzendő, hogy ezért az alapszövet, mint kifejezés bármilyen szövetsoportra alkalmazható akkor, ha ez a szövet valóban valami későbbi alakulás alapja.

\*\*\* Pringsheim's Jahrbücher 22. köt., 491. lap.

*irányban is osztódik* s így nemcsak az epidermis, hanem a kéreg egy része is belőle veszi eredetét. Ez tapasztalható a *Gramineák* levelén is. De tapasztalható az is, hogy az epidermis pl. a *Philodendron pertusum* levelén levő lyukak szélén, a melyek eredetileg egyes merisztém rétegek elhalása folytán jönnek létre, periblemából és pleromából is keletkezik. Ha tehát egy és ugyanaz a H a n s t e i n-féle merisztéma-egység kétféle szövetet hozhat létre, akkor ez egységeknek nem lehet fejlődéstani értékük. Ezt bizonyítja különben az oldalhajtások keletkezési módja is, a melyeknek éppen olyan szöveteik vannak, mint a főtenhelynek; eredetüket pedig — az illető merisztéma-réteg helyzetéből megítélve — csakis a főtenhely tenyésző csúcsának dermatogénjéből (pl. az edényes kryptogamok egy részén, a rügyek a *Begonia* levelén, a *Gramineák* levéllemeze stb.), vagy pedig — a virágos növények legnagyobb részén, — a dermatogénből és a periblemából veszik, s így az új hajtás központi hengerének keletkezése a főtenhely plerómájával, illetőleg a főtenhely központi hengerével semmiféle összefüggésben sincs.

A tenyésző csúcs és az embrió fejlődése tehát a S a c h s és a v a n T i e g h e m beosztásának egyaránt *nem* kölcsönöz fejlődéstani jelentőséget, s így v a n T i e g h e m beosztásának előbb említett előnyein a fejlődéstani szempontok nem változtatnak.

A növényi test fejlődésének eme viszonyai még más tekintetből is kiválóan fontosak. A fejlődés ugyanis azt igazolja, hogy a növényi test többé-kevésbé egyenlő értékű sejtekből és sejtcsoportokból alakul és a kész szövetek alakbeli különbségeit, tisztán *ezek helyzetével* kell kapcsolatba hoznunk. Vagyis a szöveti differenciálódást nem fejlődéstani, hanem fiziológiai alapon kell magyaráznunk. Ez teljesen egybevág azzal is, a mit a rendszertani anatómia egyik igen fontos tételeként már előbb kiemeltünk, t. i., hogy a növény külső morfológiai változásaival, melyek az illető növény vagy növénycsoport fejlődéstanában is kifejezésre jutnak, az anatómiai szerkezet változásai nem állanak következetes korrelációban. Az azonos, vagy hasonló életmód alapján néha távol eső rokonokon is oly feltűnő hasonlóságok tapasztalhatók, hogy ennek analógiája a zoológiában az volna, hogy ha a denevér testének alkotásában, pl. a csőr és a tollazat tekintetében is megismétlődne a madártest alkotása, a mi a zoológia fejlődéstani tételei alapján még csak el sem képzelhető.

Azok a fiziológiai hatások, a melyek alatt a növény belső szerkezete áll, a melyeknek a növény, — hogy úgy fejezem ki magam — rabja, nem hatnak egyaránt az összes anatómiai sajátságokra, minek következtében bizonyos berendezések óriási rendszertani csoportokon egyformán előfordulhatnak. E sajátságaival a növény tehetetlen. Ilyenek pl. az egyszikűek szórt s a kétszikűek körben elhelyezett edény nyálábjai, vagy a Coniferák fájának egyöntetű alkotása stb. Ezzel szemben a fizio-

lógiai hatásoktól való függés néha a növény szerkezetében oly hirtelen változásokat okoz, melyekkel szemben az öröklékenység ereje gyenge, a növénynek engednie kell a fiziológiai kényszernek, — a mit annál is inkább megtesz, mert a czélszerűségnek majdnem mindig jól felismerhető szempontjaiból ez javára válik.

A fiziológiai hatások és követelmények okozta anatómiai variáció igen szépen nyilvánul a különböző anatómiai berendezéseken. Lássuk pl. a szájnnyílásokat. Ezek tudvalevőleg az epidermis sejtjei között foglalnak helyet és a gázcsere szervei. Ezeken keresztül veszi fel főleg a növény a levegő széndioxidját, hogy ebből táplálkozzék, és egyúttal e berendezéseken át párologtatja el felesleges vizét is.

A szájnnyílások két zárósejtje automatikusan működik. Ha a növény víztartalma nagyobb, e sejtek megduzzadnak, a mi által a nyílás növekszik s megfordítva. Ezenkívül a klorofilltartalom hasonlóképpen szabályozza a zárósejtek működését. A zárósejtek asszimiláló tevékenysége ugyanis, anyagképzéssel lévén kapcsolatos, közvetlen vagy közvetett hatásokkal a zárósejtek feszültségét szabályozza, ezek nappal kinyílnak, éjjel összecukódnak. A szájnnyílások a növényeknek e fontos szervei, legelőször a mohokon jelennek meg s ezektől kezdve a mohoknál magasabb rendű növényeken következetesen és ugyanazon alapberendezés mellett fordulnak elő ugyan, de az életmód szerint különféleképpen módosulnak.

Különösen a párolgást fokozó körülmények hatnak rájuk. A xerophita-növények szájnnyílása pl. mélyen be van sülyesztve s kiálló sejt-falképződményekkel van védve, a mi a szájnnyílások alaki sajátságainak néha igen feltűnő változatosságára vezet. Némely növényen a fokozott párolgás a szájnnyílások betömődését idézi elő, a mint ez pl. a *Pilea elegans*-on tapasztalható, a melynek szájnnyílásait az alattuk levő parenchym-sejtek teljesen elzárják, vagy a száraz szobalevegőben nevelt *Tradescantia viridis*-en, melynek szájnnyílásait a szomszédos sejtek kitüremléseikkel zárják el. Ha a szájnnyílásra nincs szükség, a mi pl. a klorofill nélküli virágos növényeken fordul elő, a szájnnyílások részben, vagy egészen visszafejlődnek. A *Neottia nidus avis* visszafejlődött szájnnyílásairól pl. újabban Porsch\* mutatta ki, hogy zárósejtjeik egészen össze is nőhetnek.

Hasonló alakbeli szabályozást tapasztalunk az epidermisen belül fekvő szöveteken is.

Az epidermis alatti szövetréteg, a van Tieghem-féle elsődleges kéregsejtjei, többnyire klorofillt tartalmazó, anyagképzésre alkalmas, vékonyfalú sejtek. Közöttük azonban vastagfalú, hosszúúra nyúlt, rostalakú szilárdító sejtek is előfordulnak, melyeknek az a hivatásuk, hogy a levelek és

\* »Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie«. Jena, 1905.

az oldalágak súlya, továbbá a szél okozta hajlításnál és húzásnál a növény szárának szilárdságot kölcsönözzenek. E sejt-elemeknek csupán mechanikai hivatásuk van, s szilárdságuk igen tetemes lehet; Schwendener\* szerint, a rugalmasság határán fémek szilárdságával vetekednek. E tekintetben igen szép architektúrával épül fel a *Cyperaceák* és a *Gramineák* szára, a mely növények egész élete nagyfokú mechanikai igénybevétellel kapcsolatos. A nehéz kalászszal terhelt buzaszár pl. a szél-től megingatva, mechanikailag oly mértékben van igénybe véve, hogy hasonló méretek mellett, e hatásnak a legszilárdabb acél sem tudna ellenállani.

Ezt az ellenállást a növények szára, csakis a megfelelő mechanikai berendezésekkel fejtheti ki. E célból az epidermis és az edénynyalábok között, a legcélyszerűbb architektúrával felépült tartók vannak elhelyezve. A tartók alkotása és sejtjeinek alakja annyira elüt a kéreg rendes szerkezetétől, hogy Schwendener ezeket a farostokkal hozza vonatkozásba, pedig helyzetüknél fogva egészen más értékű szövetet alkotnak és a fával semmiféle kapcsolatba nem hozhatók.

A fiziológiai célok szerint változó az edénynyalábok szerkezete is. A *Ranunculus repens* indájában a farész és a védő hüvely sokkal fejlettebb, mint a vízi életmódra berendezkedett *R. fluitans* szárában, a melyben a vízi növényekre jellemző légcsatorna is helyet foglal.

Ha a fiziológiai viszonyok hatását a növény más berendezésében is vizsgáljuk, lépten-nyomon hasonló alaki szabályozódásra akadunk, még pedig nemcsak különböző életmódot folytató, különböző növényfajokon, hanem, a viszonyok változása szerint, ugyanazon a növényfajon is. Ez következtethetik rendes úton, mint a hogy azt pl. a bél diafragmákon lehet tapasztalni, a melyek ismertetését újabban Mágoosy\*\* tanárnak köszönhetjük. A bél vékonyfalú, gömbölyű sejtjei kezdetben az anyagképzés és raktározás eszközei s rajtuk a központi henger belső sejtjeinek jellemző sajátságai láthatók: vékonyfalúak, gömbölydedek, nagyok stb. A hajtás további fejlődése folyamán azonban, sok esetben fölöslegessé válnak, a szár nyúlása közben szétnyúlnak, el is szakadoznak s elhalnak, de egyes helyeken, különösen a nodusokban, szilárd alkotású diafragmákká alakulnak, és fiziológiai s mechanikai hivatásuknak megfelelően, egészen más szerkezetet öltenek, mint a milyen a belet jellemzi.

A szövetek átalakulása mesterségesen is előidézhető, a mint azt pl. Jost kimutatta a *Phaseolus vulgaris* edénynyalábjaiban. Az utóbbiak farésze ugyanis, a fiatal növényben, a levelek eltávolítása következtében, mi

\* »Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen« Leipzig, 1874. 14. lap.

\*\* »A kétszikű fás növények bélcsövének diafragmája« Mathem. Természettud. Értesítő. XVII. köt., 1. lap.



által a növény párolgó felülete megkisebbedett, elsatnyult, mert nem volt szükség oly sok vízszállító elemre.

A növények szöveteinek a különböző tenyésztési viszonyok szerint való átalakulására igen meggyőző bizonyítékokat méríthetünk a természet növényeink köréből is, a melyeknek anatómiai alakulását megfelelő tenyésztési módszerekkel úgy irányíthatjuk, hogy szöveteiket céljainknak megfelelő módon fejlesszék ki.

Mindezek a körülmények, valamint az egyes szövetek között tapasztalható munkafelosztás, a növény anatómiai berendezéseit bizonyos fókig gépezethez teszik hasonlónak. Az elmondott szempontokból ez a hasonlat találó, a mint azt sok helyen olvassuk is; kérdés azonban, hogy ha a növény egész lényét s összes életnyilvánulásait vesszük figyelembe, nem tapasztalunk-e annak felépülésében, szerkezeti sajátágaiban s életnyilvánulásaiban olyan jelenségeket is, a melyeknek létrehozására egyetlen gépezetnek sincs tehetsége?

Erre a kérdésre a tavalyi bécsi nemzetközi botanikai kongresszuson Reinke zseniális hasonlatban válaszolt. A növény életműködéseit egy billard-partie-val hasonlította egybe és azt a kérdést vetette fel, vajon elképzelhető-e olyan gépezet, a mely egy billard-partiet el tudna játszani? Fogalmaink szerint nem, mert bármily pontossággal is lökje el az a gép a golyókat, az eshetőségek végtelen sorozatának megfelelő mechanizmus nem képzelhető el, annál kevésbbé, mert két játékos van, a kiknek mindegyike külön végzi számításait, mozdulatait s minden következő mozdulat a megelőzőtől függ.

Az anatómiai berendezésekre ható egyik tényezőt a külső viszonyok képviselik: a talaj összetétele, a meleg, a nedvesség, a nehézségi erő, a fény, az elektromosság stb., szóval a természet; a másik tényező, maga a növény, a mely a megmérhetetlen idők alatt elsajátított anatómiai berendezések segítségével igyekszik felvenni a játékot a természettel.

Ha az életműködések részleteit megfigyeljük, azt látjuk, hogy daczára minden munkafelosztásnak, a növény egész teste céltudatosan, változó kombinációval és *egységesen* működik. Azt tapasztaljuk, hogy a különböző talajrétegeken áthatoló gyökér, abban a rétegben ágazik el a legbujábban, a melyben legtöbb a táplálóanyag; a kapaszkodó növény indájának, vagy kacsának, ott, azon a részen van legtöbb mechanikai sejtje, a hol a támasztékra csavarodik; a szomszédai által beárnyékolt fák, törzsük szöveteit legelső sorban a csúcsokon gyarapítják, hogy koronájukat lehetőleg hamar érje a Nap fénye. Erről a jelenségről azt is feltehetnők, hogy ez a Nap fényének s melegének közvetlen hatása, de meglepetéssel látjuk, hogy a fatörzs körül annak tövén is keletkezik *ugyanekkor* egy réteg-növekedés. Ide a Nap nem süt, de ezt a hajlításra leginkább igénybe vett alsó résznek szilárdítása követeli meg. Ha a növény csúcsa elpusztul, az

egyik oldalágon azt vesszük észre, hogy felfelé csavarodik s átveszi a csúcs szerepét; ha a magfejlődés ideje közeledik, akkor a táplálóanyagok a növény összes részeiből a fejlődő embrió felé vándorolnak stb.

Ez és számos más folyamat, a mely ugyan mind az anatómiai berendezések czélszerű működésével kapcsolatos, az egyes részek nagyszerű funkcióképességén kívül, arra mutat, hogy a növény életműködéseiben czéltudatosság, önindította cselekvő tehetőség és egység uralkodik.

Hogy miben áll ez a czéltudatosság és önindította cselekvő tehetőség, s mik erőforrásai, annak kutatása a fiziológia, sőt részben a filozófia keretébe vág. A növényi test egységét azonban morfológiailag is tudjuk bizonyítani, s ez a növényanatómia egyik legszebb vívmányai közé tartozik.

A növényi test egységességére, már a sejtfalak gödörkéiből is lehet következtetni; nevezetesen pedig ezeknek abból a sajátságából, hogy a szomszédos sejtek gödörkéi mindig egymással szemben keletkeznek. Még inkább bizonyítja azonban a növényi test egységét az, hogy a gödörkék záró hártáján, sőt magán a sejtfalon keresztül is, végtelen finom plazmaszálak nyúlnak át egyik sejtől a másikba. A sejtek e sajátságát legelőször T a n g l, a nem régen elhunyt csernovitzi tanár ismerte fel a *Strychnos nux vomica* magjának endospermium-sejtjein; később pedig a kutatók egész sora (különösen S t r a s b u r g e r) végzett ebben az irányban vizsgálatokat, melyekből kiderült, hogy ez a szerkezeti berendezés a növényi test elemi alkotórészeinek általános sajátsága.

E plazmaszálakat, az ú. n. *plazmodezmákat* fiziológiai szempontokból úgy H a b e r l a n d t, mint P f e f f e r ingervezető sejtrészeknek tartja, melyeknek segítségével a növényi test s annak egyes részei, a sejtek élő tartalmának elkülönítettsége daczára is egységes működésre képesek. P f e f f e r e plazmaszálak jelenlétét és ezek által az élő anyag összefüggését, általános fiziológiai szempontokból, a harmonikus együttműködés, vagyis röviden szólva, az ingerkapcsolat czéljából oly szükségesnek tartja, hogy szerinte az élő anyag összefüggését még akkor is fel kellene tételeznünk, ha ez összekötő plazmaszálak még nem lennének felfedezve.\*

DR. TUZSON JÁNOS.

---

\* Pflanzenphysiologie. II. kiad. 1. köt. p. 97.

## A rovarok feketével tarkázott piros védő színe.

A mimikri-elmélet újabban élénk megbeszélés tárgya a természet-tudósok közt. Kétségtelen, hogy a föltűnő alakok, színek és musztrázatok, melyek egyes esetekben olyan meglepően utánozzák a környezetet, magából a szervezetben rejlő fiziológiai hajlandóságból származnak. Id. Entz Géza tanár nemrég kitűnően és behatóan részletezte\* az idevágó összes adatokat, ezért e jelenségek általános elméletére nem is szándékozunk kiterjeszkedni, hanem az e téren mutatkozó fölötté érdekes viszonyoknak csupán egyik, mostanáig érdemlegesen még nem tárgyalt csoportjával óhajtunk foglalkozni.

Az állat- és növényfajok variálása bizonyára olyan okoktól függ, a melyek magában az illető szervezetben mintegy predesztinálva vannak. Másrészt az is bizonyos, hogy a variálásra való lappangó hajlandóságot külső okok váltják ki, azaz serkentik tevékenységre, a mint ezt azokon a fajokon láthatjuk, a melyeket domesztikáció alá fogunk, tehát merőben más viszonyok közé juttatunk, mint a minőkben a szabad természetben éltek. Ilyenkor az állat- és növényfajok nagy része, mely azelőtt a szabadban állandóan ugyanabban a külsőben jelent meg, megváltoztatja színét, sőt igen gyakran alakját is. Ezek a változások természetesen csak olyanok lehetnek, a melyek az illető forma-típus fejlődési irányával, vagyis azzal az iránynyal nem ellenkeznek, a melyet a természet már akkor kijelölt, mikor az illető forma-típus az élő világ származásfáján többi ősi rokonától elvált és külön ággá alakult.

Így a ragadozó emlősök formacsoportjában nem látunk szarvakat fejlődni, ámbár ezeket is használhatnák, különösen a hímek, viaskodásaik alkalmával. A kérődzők formacsoportjában nem fejlődnek hegyes karmok, noha ellenségeik ellen ilyenekkel jól védhetnék magukat. Az emlősök szőre és bőre általában nem vált fűzőld színt, míg a madarak tollában ugyanez a szín elég gyakori; pedig sok emlős hasznát vehetné a zöld színnek, mert a növényzet közt jól elrejtőzhetnék. A madarak fején nem fejlődik külső fülnyúlvány, vagyis fülkagyló, ámbár ez a hal-

\* Természettudományi Közlöny 36. köt., 1904. évf., 201—219., 257—278. és 417—444. l.; 36. köt., 1905. évf., 97—137. és 201—220 l.

lást fokozná. Végtelen sorban folytathatnók ezeket a, hogy úgy mondjam : fejlődési lehetetlenségeket, melyek azért nem jönnek létre, mert az a tipusos irány, a melyben a fajok keletkezése az illető formacsoportban megindult és halad, ezeket a képződményeket kizárja.

Minden variálás, ha mindjárt új fajoknak ad is létet, mint láttuk, minden állati és növényi formacsoportban bizonyos határok között mozog és ezeken a határokon nem csapong túl. De másrészt minden állati és növényi formacsoportnak vannak hajlandóságai, melyek a változások bizonyos neveit szívesen, majdnem azt mondhatnók : kedvteléssel hozzák létre, mivel ezek a változások jóformán már benn lappangtak az illető típus szervezetében, azzal összhangban vannak és úgyszólván csak kellő külső vagy belső ingerre vártak, hogy létrejőjjenek. Magukat ezeket a fiziologiai tényezőket *ad oculos* kimutatni nem tudjuk, a minthogy az élet jelenségeit alapjukban általában nem tudjuk még megfejtetni. De hogy valóban ilyenek a viszonyok, azt már futólagos végigpillantás az állat- és növényvilágon kétségtelenül igazolja.

Másrészt azonban az is tény, hogy az élő lényeken jelenkező változások lehetnek az illető élő lénynak hasznosak is, károsak is. Ez attól függ, minő környezetben él éppen akkor, minő ellenségei vannak és mivel kell táplálkoznia. Ha a változás ártalmas, például, ha ellenségei előtt könnyebben felismerhetővé teszi, akkor az új változás nem fog megmaradni, hanem azok az egyének, melyeken jelenkezik, elpusztulnak. Ha ellenben hasznos az új tulajdonság, akkor azok az egyének, melyeken mutatkozott, megmaradnak és jobban szaporodnak, mint a többiek. E szerint tehát a szervezet életfolyamatai azok a kísérletezők, a melyek ezer- meg ezerféle kisebb-nagyobb módosulatokat terveznek; de *a természetes kiválasztás, domesztikált fajokon pedig a mesterséges kiválasztás az a bíráló tényező*, mely vagy megengedi, hogy az újítás tartós legyen és még tovább is fejlődjék, vagy pedig halálos ítéletet mond és megsemmisíti az illető új tulajdonságot viselőjével együtt.

Ezeket röviden összefoglalva előre kellett bocsátanom, hogy az alábbiakat tisztábban megérthessük.

A rovarok körében csodálatosan kifejlődött szín- és alakutánszatokat találunk. Különösen a színek alkalmasak arra, hogy környezetüktől ne lehessen őket könnyen megkülönböztetni. Azok, a melyek növények zöld részein élnek, ezer és ezer fajban szintén zöld színűek, a kergén tartózkodók pedig jobbára sötét színűek. A zöld szín egy részüknél onnan származik, hogy zöld növényrészeket esznek és ezeknek levélzöldje (chlorophyll) lerakódik szöveteikbe, különösen a felületi szövetekbe. Azok pedig, a melyek ragadozó természetűek, ha zöld rovarokat esznek, ezeknek zöld festőanyagát átveszik és éppen úgy használják föl, mint megölt áldozataik. Vannak azonban olyan zöld rovarok is, a melyeknek eme

színét bajos volna a növényzöldre visszavezetni. Ilyen például sok orrmányosbogár (*Polydrosus*, *Phyllobius*), melyeknek zöld színe úgy keletkezett, hogy testük felületén zöld színű, gyakran érczfényű pikkelyek fejlődtek. Végül némelyek egészen érczfényűek, aranyoszöldek, és ezek már semmiképpen sem kaphatták érczöld ruházatukat a növényzöldtől. Mindamellet ezeknek is jobbára hasznukra van, hogy hasonlóak ahhoz a zöld növényzethez, a melyen élnek.

Különös azonban, hogy nagyobb számú rovarfaj olyan kiáltó vörös színű, többnyire valósággal vérpiros, hogy azokról a növényekről, a melyeken tartózkodnak, úgyszólván lerinak és már messziről is megláthatók. Majdnem úgy látszik, mintha a természet ezeket arra teremtette volna, hogy feltűnést keltsenek, hogy össze ne téveszszék őket a növényekkel, melyeken élnek.

Másik meglepő körülmény, hogy mindezek a feltűnő rovarfajok majdnem összességükben alacsony növények, legfőlebb fák és bokrok alacsonyabb ágain és kivétel nélkül a verőfényes napsugaraknak kitéve és nem elrejtőzködve, élnek.

Harmadik nevezetességük, hogy piros színük majdnem mindig feketével tarkázott. Ez a fekete szín csikok, vagy foltok alakjában jelenkezik, néha pedig csak fejük és nyakuk fekete.

Végül, és ez talán a legmeglepőbb, éppen az ilyen feketével tarkázott vérpiros rovarok igen nagy tömegekben szoktak jelenkezni és egy részük igen nagy elterjedésű, vagyis Európaszerte, sok még Áziaszerte is, az úgynevezett »közönséges« fajok közé tartozik.

Azt gondolhatnók az első pillanatban, hogy ezek a ríktó ruhájú állatok a mimikrinek éppen ellentétét mutatják; mintha csak az volna életelvük, a mi olyan sok aszfalttipró városi egyéniségé: »látni és láttatni«.

Ilyen feltűnő rovarok különféle rendekben akadnak. A bogarak közt legismertebb a hétpettyes és a kétpettyes böde (*Coccinella septempunctata*, *bipunctata*). Sok levélbogár (*Chrysomelida*) is vetélkedik velük; például a honvédbogár (*Entomoscellis adonidis*), melynek vérpiros szárnyfedőin fekete hosszanti csík van. Azután a luczernán élő *Phytodecta fornicata*, a spárgabogarak közt a *Crioceris duodecimpunctata*, *quatuordecimpunctata* és *quinquepunctata*, melyek ezeket a neveket azért kapták, mivel szárnyfedőiken összesen 12, illetve 14 és 5 fekete pontot viselnek.

Gyönyörű vérpiros színe van az erdőtisztásokban néha tömegesen jelenkező *Trichodes apiarius*-nak is; ennél szintén fekete, még pedig kékesfekete keresztcsík tarkítja a vörös alapszínt.

A poloskák közt a legtömegesebben jelenkezők közé tartozik az ú. n. »misemondó poloska« (*Pyrrhocoris apterus*), melyen majdnem annyi a piros, mint a fekete szín. Azután a káposztapoloskák (*Eurydema ornatum*,



*festivum* és társaik), ugyanolyan módon tarkázva. A *Lygaeus*-nem több faja, kivált a réteken, pasztinákon és más ernyősökön él, s teljesen hasonló színű, pl. az ezernyi tömegben jelenkező *Lygaeus saxatilis* is, szakasztottan efajta köntösben pompázik.

Még a lepkék közt is találunk hasonló példákat. Réteken néha beláthatatlan területeken, majdnem minden nekik megfelelő fajú virágot az ú. n. »vércseppes pillék« (*Zygaena*-nem) lepik el, még pedig nem elbújva, mint a legtöbb éjjeli pillangó (mert tulajdonképpen ezek közé tartoznak), hanem éppen a virág tetejére ülve, a nappali verőfényben.

Nyilvánvaló, hogy ezeknek a rovaroknak nem nagyon kell félniök attól, hogy ellenségeik, különösen rovarevő madarak, fölfalják őket. Erre vall már az is, hogy olyan nagy mennyiségben mutatkoznak.

Vajjon a feketével tarkált vérpiros szín védi őket?

A mit a zöld színű fajokról mondhatni, hogy egy részük azért zöld, mivel növényzöldet vesznek föl a táplálékkal, mely azután lerakódik felületi szöveteikbe, azt esetleg a piros fajokról is el lehetne mondani. Persze olyanformán, hogy bennük a növénynedvek nem maradnak zöldek, hanem a felületi szövetekbe kerülve, megpirosodnak, olyanformán, mint a hogyan a napfény hatására a növények levelében és virágában is keletkezhetik piros festőanyag (anthocyan), a mitől többek közt a vadszőlő lombja is vérpiros színt ölt szeptemberben. Ez nem lehetetlen, mivel az említett fajok mind napon élők. Ezeknek tehát kétségtelenül meg van az a szervezeti hajlandóságuk, hogy piros festőanyagot teremtsenek külsejük számára.

Ámde fönnebb már rámutattam, hogy csak azok az új formák, csak azok az új színek maradnak meg, melyek az illető fajoknak hasznát hajtának. Tehát abban az időben, a mikor a piros-fekete fajok formálódtak, ennek a színnek valami hasznát vehették és vették később is, mert különben kihaltak volna, mint annyi ezer és ezer más.

Általában majdnem minden, napjainkban élő rovarfajról azt mondhatjuk, hogy czélszerűen van ruházkodva; ehhez képest, analogia útján, majdnem kénytelenek vagyunk azt kérdezni, hogy mire jó a piros-fekete külső, illetve miért jelenhetnek meg ezek a fajok nagyobb veszély nélkül ilyen rikító köntösben az élet színpadán?

Többféle gondolat tolul fel e tekintetben. Hamarjában azt is gondolhatná az ember, hogy ezt a két kiegészítő színt, t. i. a zöldet és a pirosat, a rovarevő madarak nem tudják megkülönböztetni. Tehát talán színvakságban szenvednek, úgy mint a színvak emberek, a kik szintén egyformának látják a zöldet és a pirosat. Sőt, ha nem csalódom, vitatták már azt is, hogy még az emberfajban is, valamikor az őskorban, némi színvakság volt a rendes állapot, és hogy csak később fejlődött őseink szeme annyira, hogy a szírvárvány színeit mind meg tudta különböztetni.

Csakhogya a mi esetünkben, mihelyt mélyebben gondolkozunk a dolog fölött, ezt a színvakság-elméletet hamar el kell ejtenünk. Mert ha a szóban forgó rovarok ellenségei, mondjuk: rowarevő madarak, a zöld és a piros színt nem tudnák, vagy nem tudták volna megkülönböztetni, *akkor ezeknek a rovarfajoknak egészen tiszta pirosaknak kellett volna lenniök, nem pedig feketével tarkázottaknak.* A zöld színűek például általában egészen zöldek; a feketével való cifrázás nyilván nem használna nekik, mert akkor könnyebben volnának észrevehetőek. A madárszem a fekete pontokat és csíkokat még abban az esetben is meglátná, ha a pirosat a zöldtől nem is tudná megkülönböztetni.

Másik gondolatunk az lehetne, hogy a piros-fekete bogárság azért hivalkodhatik bátran és kihívóan ebben a ríktó színpompában, mivel valami kellemetlen szag, vagy íz megvédi őket attól, hogy ellenségeik étvágyat kapjanak rájuk.

Ez már valószínűbb lehetne, mint a színvakság felvétele. Hanem mennél mélyebben kutatunk, annal erősebb bizonyítékok szólnak ez ellen a feltevés ellen is. Először is különös az, hogy míg a poloskák közt az erősen bűdös szag igen gyakori, addig éppen a mi fekete-piros fajaink nélkülözik ezt a rettenetes poloskaillatot. Még a *Pyrrhocoris apterus* sem árasztja magából, tehát az a poloska-faj, mely baromfi-udvarokban, a házak déli oldalfalának tövében néha ezrével sütkérezik, úgy hogy piroslik tőle a föld — még pedig az egész baromfisereg kellő közepében!

Másrészt azonban a nagyon bűdös fapoloskák egy részének szükségé van e szagon kívül színmimikrire is. Így például a nagyon szagos *Palomena*, valamint az ugyanolyan szagú *Rhaphigaster* és a *Dolycoris baccarum* már színutánzó is; az előbbi zöld, mint a lomb, az utóbbiak szürkék, mint az ágak és általában a fakéreg. Ezeket tehát, úgy látszik, a poloskaszag nem védi eléggé.

A bődék, különösen a hétpettyes böde, kellemetlen, keserű ízűek és valami szaguk is van. Csakhogya a szagokra és ízekre nézve a következőket jegyezhetjük meg. Nincs olyan rossz szag és íz, melyhez az állatok hozzá ne tudnának szokni. Sőt ugyanezt tapasztaljuk az emberen is. Az *Asa foetida*, a fokhagyma és a záptojás ugyancsak förtelmes szagúak. Mindamellet vannak népek, a melyeknek ezek a bűdös dolgok kellemes csemegék. A paprika, valamint a bagódohány szintén kegyetlen czikkek, melyek marják a szájat és a torkot, a bagódohány még fölötte keserű is. Keserű az üröm is, és a felvidéken mégis szeretik az ürmös bort epekeserűen, édesítés nélkül. Hogy a paprika és a bagó minő népszerű dolgok, nem kell bizonyítanom. Látjuk tehát, hogy nincs olyan íz és szag, melyhez az ember hozzá nem szokik; sőt valamenynyit szenvedélyesen meg is tudja kedvelni. És ha az ember ilyen kevéssé

válogatós, az állatok bizonyára nem kevésbé alkalmazkodók, ha a megélhetés úgy kívánja.

Az íznél és a szagnál azonban jobban véd a *halálos mérge*. A növényországban tömérdek erős mérget találunk, melyek már jól védik az illető növényeket. A rovarok közt tudtunkkal — a kőrisbogár-féléket nem tekintve — egy sincs, a melyik halálos mérget tartalmazna; azért a rovarevő állatok, például a madarak, utóvégre megszokhatnák valamennyit. Hiszen még a méheket és darazsakat is megeszik.

Ha tehát a fekete-piros színű rovarok meglehetősen biztonságban vannak, vagy legalább voltak akkor, mikor keletkeztek, akkor legvalószínűbbnek látszik, hogy ámbár maguk nem mérgesek, mégis *olyan tárgyakhoz hasonlítanak, a melyek erős állati mérget tartalmaznak*. A dolog természeténél fogva majdnem kétségtelen, hogy azoknak a mérges tárgyaknak, melyekhez hasonlóak, a növényországban kell lenniök.

Ha növényi dolgokhoz hasonlítanak, akkor bizonyos, hogy azok *csak magvak lehetnek*; olyan magvak, melyeknek erős mérge még a madarakat is megöli. És mindenesetre olyan magvak, melyek piros, vörös-piros színűek. Sőt nem csupán pirosak, hanem *feketével tarkázottak is*, mert a rovarok, a melyekről ma szólunk, szintén e két színt viselik együttesen.

Ilyen magot nem soká kell keresnünk. Valóságos típuszámba megy e tekintetben a *rózsafüzérborsó*, vagy *olvasó borsó*, melyet a tudományban *Abrus precatorius* néven ismert növény terem.

A rózsafüzérborsó kúszó növény a pillangósak (Papilionaceae) családjából, mely az összes fagytól mentes tájakon igen közönséges. Észak Afrikától kezdve egész déli Ázsián át, még Polinéziában is, el van terjedve. Sőt még Közép-Amerikában, az Antillákon is honos, például Porto-Rico szigetén.\* Persze nem mindenütt volt eredetileg honos, hanem egyes vidékeken az ember telepítette meg. A tropikus tájakon több Abrus-faj is van, de úgy látszik a rózsafüzérborsó a leggyakoribb. Ez a felfutó növény eredetileg nem az árnyékos erdők számára teremtdött; ezt már leveleinek magatartása is bizonyítja. Szárnyalt leveleinek levélkéi ugyanis délelőtt vízszintesen állanak. Mikor a déli hőség beáll, akkor két-két szemközt álló levél felemelkedik és *felső* lapjával párosan egymáshoz simul. Délután megint vízszintes helyzetbe jutnak, napnyugtakor pedig a déli órák helyzetével éppen ellenkezőleg, lefelé konyulnak és páronként *hátsó* lapjukkal illeszkednek egymáshoz. Ez a magatartás, mely különösen a hüvelyes termésű növények közt nem ritka, arra vall, hogy a rózsafüzérborsó is a közvetlen napsütésnek szokott kitéve lenni. Valószínű, hogy legjobban szereti a homokpusztákat, mint a sok Acacia,

\* Cook and Collins *Economic plants of Porto-Rico*. Washington 1903.

melyek nem zárt erdőket, hanem csak kisebb-nagyobb csoportokat alkotnak. Cook és Collins határozottan említik, hogy a homokos területen van valódi hazája.

Pillangós virága kék színű. De, a mi mai tanulmányunk szempontjából különösen érdekesnek látszik, az magvainak minősége. Magvai borsófélék, igen kemények és *élénk vérpiros színűek, a magköldökük táján pedig nagy fekete foltjuk van*; azonkívül az egész mag fényes, mintha porcellánból volna. Ez a rikító szín az Abrus-magvakat könnyen felismerhetővé teszi és ennek következtében a környezet összes növényeinek magvaitól elütnek. Valóban olyanok, mint a szépen színezett gyöngyök, ezért már az ókorban is hajdizsül használták a nők Egyiptomban és egyebütt, mely alkalmazásban csakugyan a legszebb korálgyöngyökkel vetélkednek. A keresztény - korban az átfűrt Abrus-magvakat fonálra fűzték és olvasónak használták. E szerepökben még most is igen ismereteseek és a német nép e miatt »*Paternoster-Erbse*» vagy »*Paternoster-Bohne*» nevet adott nekik. A Linné-féle fajnév: *precatorius*, szintén ezt jelenti. Mint díszítő cikket máskülönbön sokféleképpen használják; azokon a ládikákon, a melyek meleg tájakról kerülnek hozzánk, és a melyeknek födele tengeri csigák- és kagylókkal van kirakva, a rózsafüzérborsókkal is gyakran találkozunk; de laikusok rendesen nem tudják, illetve el sem bírják képzelni, hogy nem valami korálféle dolgok, hanem növénymagvak. Különös tulajdonságuk még az is, hogy minden rendesen kifejlődött magszem egyforma nagy és majdnem pontosan a régi gyógyszerészeti mértékbeli egy szemerrel (*granum*) egyenlő súlyú, ezért az előtt a gyógyszerészek és ékszerészek mérleg-súlynak használták. Keleti népeknél mint mérlegsúly ma is divatos.

Melegházakban nem ritkán találkozunk ezzel a növénynyel, és magvát majdnem minden nagyobb virágmagkereskedő hirdeti az üvegházi cserépnövények között.

Ránk nézve ma még a föltűnő piros-fekete színnél is érdekesebb a rózsafüzérborsó egy másik tulajdonsága: az, hogy igen *mérges*. Azt az igen erős mérget, mely magvában van, és a mely a toxalbuminok csoportjába tartozik, *abrin* néven írták le. A tropikus földöv némelyik népe ezzel mérgezi meg nyilait és egyéb fegyvereit.

A rózsafüzérborsó nagy elterjedtségét talán éppen mérgeességének köszönheti, melynél fogva a magevő állatok, különösen a madarak kerülnek és csodálatosan élénk színe e tekintetben figyelmezteti őket. Hihető, hogy felhőszakadások megáradt vizei ragadják magukkal és viszik messze földre, azonkívül a tropikus tájakon gyakori orkánok is tépnek le egész ágakat hüvelyes terméseikkel együtt és nagy távolságra elszállítják.

Hogy ezek a magvak, bár Európában mindenfelé közkézen forognak, gyermekeket mégsem szoktak megmérgezni, nyilván onnan van, hogy az emberi gyomorban nem puhulnak meg és keménységüknel fogva emésztetlenül távoznak el ismét a bélcsövön át.

A rózsafüzérborsó napjainkban meglehetősen elszigetelve áll a növényországban. Akkor, mikor mint faj keletkezett, okvetlenül sok közeli rokona volt, de azok kihaltak. Valamikor a mérsékelt éghajlatú közép-európai tájainkon is melegebb, szubtropikus, sőt tropikus éghajlat uralkodott és akkor talán itt is élt ez a faj, vagy más közeli rokonfaja.

Hangsúlyoznom kell, hogy mimikri-tulajdonságok nagyon régi földtörténeti korszakokban is fejlődhettek; és mikor sok ezer ivadékon át szakadatlanul ismétlődtek, annyira állandósultak, hogy még akkor is megmaradtak, mikor már — a viszonyok megváltozásával — nem is volt szükség rájuk. Bizonyos, hogy sok tulajdonság az állat- és növényvilágban, melyeknek okát és czélszerűségét ma már nem tudjuk kitalálni, ilyen régi, ma már alaposan megváltozott viszonyoknak eredménye volt. Akkor hasznosak, sőt esetleg nélkülözhetetlenek voltak ama tulajdonságok, ma már közömbösek: se nem ártanak, se nem használnak; de mivel annyi időn át állandósultak, még mindig megvannak.

Ez különben nemcsak a mimikrire érvényes, hanem minden egyéb külső és belső tulajdonságra, a szokásokat is beleértve. Így megmagyarázható volna, hogy madarak, melyeknek ősei hajdan olyan tájakon éltek, a hol a rózsafüzérborsó bőven fordult elő, őseiknek félelmét ezekről a rikító magvaktól, öröklés folytán még ott is többé-kevésbbé élénken megtartják, a hol ezekkel a magvakkal már nem is találkoznak. Erre egyéb példák is vannak az állatvilágban. Egyszer olyan szalmát, melyet egy állatsereglettulajdonos tigrisek, párduczok és oroszlanok ketreczeiben használt alom gyanánt, mivel még nem volt elromolva, lóistállóba vittek. A lovak rögtön iszonyú rémületbe estek és majdnem összezúztak, összetörték mindent. Megéreztek a szalmán a ragadozó macskafélék szagát és éppen úgy megijedtek, mint őseik valamikor több ezer év előtt megijedtek, mikor a pusztákon ugyanazoknak a ragadozó macskáknak nyomát érezték meg. Pedig talán ezer ivadékon át a mi domesztikált lovaink nem találkoztak sem párduczczal, sem oroszlanal. Ez az a jelenség, amit a francia »mémoire des ancêtres«-nek, azaz: »ősi emlékezés«-nek, vagy az »ősökre való visszaemlékezés«-nek nevez.

Nem kételkedem tehát, hogy azok a rikító piros-fekete rovarok, a melyek zöld és fehér vagy sárga növényleveleken és virágokon bátran, félelem nélkül ülhetnek, a nélkül, hogy rovarévő madaraktól tartaniok kellene, olyan *mérges* magvakat utánoznak, a melyeknek színe szintén vérpiros, feketével tarkított. Ha tehát például madarak megszerezték az ösztönszerű félelmet az ilyen magvaktól, akkor föltehető, hogy a hasonló



színű rovarok is ugyanazt a félős érzést gerjesztik bennük. Különben a fönnebb említett rovarok némelyike, ha megijeszti, leesik a földre, holtnak teteti magát és ilyenkor valóban növénymagra emlékeztet.

Hogy minő madarak lehettek azok, a melyek ellen a fekete-piros tarkaság védő színezetül szolgálhatott, azt a fönnebbiek alapján nem nehéz megállapítani. Mert a szóban forgó rovarok ugyanilyen színű magvakat utánoznak; ennél fogva, ha föltevésünk helyes, olyan madarakról lehet csak szó, a melyek magvak mellett rovarokat is esznek. Másodszor: az említett rovarok jóformán mind alacsony növényeken, napnak kitett helyeken, erdőtisztásokban, réteken és mezőkön élnek; a fák koronájának magasabb részein tartózkodó bogarak, valamint az éjjeli rovarok közt ez a színezet nem szokott előfordulni. Ez utóbbi körülmények alapján tehát jogos az a következtetés, hogy azok a madarak, a melyek ellen az említett színezet védelmül szolgált, csak olyan madarak lehettek, a melyek nem a fákon, hanem a földön, a füves, gyepes területeken, napsugaras helyeken, erdőtisztáson jártak.

Alig lehet tehát kétségünk az iránt, hogy a mérges, piros-fekete színmimikri első sorban *tyúkféle madarak* és általában csak olyan madarak ellen szolgálhatott védelmül, a melyeknek életmódja a tyúkfélék életmódjához volt hasonló, vagyis a melyek a földön tartózkodtak, nappal jártak élelem után és rovarokat, valamint magvakat vegyesen ettek.

Hogy a mérges, piros-fekete *Abrus*-magvakat hogyan tanulták meg kerülni, ezt a természetes kiválasztás magyarázza meg. Azok a madarak, a melyekben az ilyen színű magvak ellen nem volt ellenszenv, még zsege korukban elpusztultak a megevett magvak mérgétől és csak azok maradtak meg, a melyeknek valami idioszinkráziájuk volt az ilyen szín ellen. Ezek ezt a sajátságot utódaikra is átszámaztatták, úgy hogy a piros-fekete szín ellen való ellenszenv általánosan uralkodó lett köztük.

E szerint tehát az itt tárgyalt mimikri nem használhatott semmit a tisztán rowarevő madarak ellen, melyek magvakat nem esznek. Ezzel egybehangzásban van az a tény is, hogy a piros-fekete tarkaságú rovarok nem valódi fán élő rovarok.

Mihelyt a fönnebbi viszony a tárgyalt rovarok és az illető madarak közt kifejlődött, nemcsak az ellenséges állapot szűnt meg köztük, hanem attól kezdve a piros-fekete rovarok az illető madarakban *szövetséges társakat is kaptak*. Ismeretes ugyanis, hogy majdnem minden rovarnak vannak ellenségei magában a rovarvilágban. Elősködő darazsak, legyek, valamint ragadozó rovarok lépten-nyomon üldözik őket; ha tehát ezeknek nem sikerült olyan színre szert tenni, mint a feketével tarkált vérpiros színű rovaroknak, melyeket üldöznek, akkor az illető madarak bizonyára megették őket és így az efajta mimikrivel bíró rovarokat ellenségeik egy részétől mindenesetre megszabadították. Ennek némi

megnyilvánulását látjuk abban a feltűnő jelenségben, hogy például a misemondó poloska (*Pyrrhocoris apterus*) nagy tömegekben mutatkozik azokban a baromfiudvarokban, a hol mályvafélék, melyek tudtommal fő-táplálékát adják, nem hiányzanak.

Az említett rovarok egy része lárvakorában is piros-fekete. Azok pedig, a melyek teljes kifejlődésük előtt más színűek, nappal jobbra el vannak rejtőzve, vagy pedig olyan színük van, hogy a növényektől, melyekből táplálkoznak, nem lehet könnyen megkülönböztetni.

A mimikri tehát, melylyel ma foglalkoztunk, ijesztő\* mimikri, éppen úgy, mint a pillangók szárnyain mutatkozó nagy szemfoltok, melyek sokkal nagyobb állatok szemét utánozzák.

A tyúkfélék nálunk Európában a szabadban már nagyon gyéren vannak képviselve; tehát a főnnebbi színutánzat, nálunk legalább, már jóformán anachronizmus. Házi tyúkféléink pedig ősi természetükből, a nagyon hosszú időn át való tenyésztés folyamán, nyilván részben kivetkőztek. Hiszen még a tisztán ragadozó természetű macskák közé tartozó házi macskánk is annyira megváltozott, hogy téstával, kenyérrel táplálható; ugyanígy változtatta meg természetét a kutya is, melynek vad őse bizonyára visszautasította volna azokat az ételeket, melyekre mi rászoktatjuk.

Mindamellett házi tyúkjainkban, úgy látszik, van valami a főnnebbi tulajdonságokból. A kertemben több száz példány házi és gyöngytyúk például nem nyúl a galagonya terméséhez, mely pedig bőven van a bokrokon le egészen a földig; sőt éppen most késő ősszel, mikor e sorokat irom, marékszámra hevernek a vérpiros, fekete csücskű galagonya-termések a földön. A baromfi nem nyúl hozzájuk; ámbár különféle növényi részeket, például az eperfa (*Morus alba*) gyümölcsét, a szőlőt, mindenféle levelet, még a Petunia-levelet is szívesen fogyasztja. Talán a papsapka (*Evonymus*) piros magját is főképpen e miatt kerüli. Másik jelenség, hogy a spárgabogarakat (*Crioceris*), melyek közt százával jár kisebb-nagyobb tyúk, nem láttam megfogyatkozni, valamint a hét-pettyes bödéket sem.

A nép közt, az én lakóhelyemen, az a vélemény van elterjedve, hogy a házi szárnyasok a vörös kukoriczát nem eszik. A vörös kukoriczát nem is fonják a többi közé, hanem többnyire gyermekeknek adják, játszani. Házam déli oldala előtt tavaly novemberben egy virágágy már föl volt ásva és a talaj egyenletesen elgereblyélve. Erre az ablakom előtt levő virágágyra vörös kukoriczát szórtam és a tyúkokat még aznap és másnap is, többször ide tereltem. *A vörös kukoricza még másnap délben is érintetlenül hevert.* Később sárga kukoriczát szórtam a vörös szemek

\* A németek különbséget tesznek ijesztő és figyelmeztető színek (Schreckfarben und Warnungsfarben) közt. Ezt a megkülönböztetést fölöslegesnek tartom, mert mindkettőnek egy a jelentősége, t. i. hogy az így védett állatoktól ellenségeik féljenek.

közé és most már, mihelyt a tyúksereg elvonult fölöttük, néhány másodpercz alatt egytől egyig megette nemcsak a sárga, hanem a vörös kukoriczaszemeket is. Nyilván ekkor vette észre, hogy a kétféle színű magvak tulajdonképpen egyforma alakúak, vagyis hogy mindkettő kukoricza.

Később kézzel szórtam középük először vörös, azután sárgával kevert vörös kukoriczát és akkor válogatás nélkül fölcsipkedték mind. Ebben az esetben kétségtelenül az a körülmény volt döntő, hogy már megszokták mindazt tétova nélkül és mohón fölkapkodni, a mit az ember eléjük, illetve középük szór.

Egy későbbi napon piros galagonya-gyümölcsöt kevertem össze sárga kukoriczával és a már említett virágágyra szórtam. Mikor a tyúkok végigmentek rajta, a kukoriczaszemeket rögtön fölcsipkedték, de a feketevégű piros galagonyatermést érintetlenül hagyták. Pedig a galagonyatermés húsa élvezhető madáreledel és nyilván azzal a czéllal képződött, hogy a madarak egyék és széthordják.

A vörös kukoriczát tehát a házi tyúk bizonyos körülmények közt nem eszi meg, különösen, ha valami erősebb indító ok nem működik közre; de ha például összehasonlíthatja sárga kukoriczával és látja, hogy ezzel egyenlő alakú, vagy pedig ha az ember a szokott módon, mint eleséget, eléje szórja, akkor megszűnik gyanúja. A vörös kukoricza különben nem vérpiros színű, hanem inkább barnászörös és nem is feketével tarkált, hanem a hegye fehér.

Végül még *pulykákkal* tettem kísérletet. Ezek a vörös kukoriczát, ha tisztán, sárgával nem keverve találták is a földön, minden habozás nélkül azonnal megették. Szórtam nekik azután galagonya-gyümölcsöt is, még pedig vagy egy liternyit, részint a virágágy tiszta földjére, részint a gyp közre. Ezt is a legnagyobb mohósággal fölcsedegették és a gyp fűszálai közül is olyan gonddal csipegették fel, hogy öt percz múlva az elszórt mennyiségből már egy szemet sem birtam találni. A pulykák tehát semmiféle idegenkedést vagy gyanút a vörös, illetve fekete-piros növénymagvak ellen nem örökölték őseiktől.

A mi házi tyúkunk *ázsiai* állat, a pulyka pedig *amerikai* eredetű. Ebből azt következtethetjük, hogy az ázsiai és az európai kontinensen piros-fekete színű mérges magvak fordultak és fordulnak elő, melyek ez ellen a kettős szín ellen undort fejlesztettek a magvakat evő, de rovarokkal is élő madarakban. Az pedig, a mit a fönnebbiek szerint a pulykákon tapasztaltam, arra vall, hogy Amerikában, legalább a pulyka hazájában, olyan színű mérges magvak nem voltak eredetileg. A rózsafűzérborsó jelenleg elég gyakori növény ugyan Közép-Amerikában, de nyilván az ember importálta Ázsiából.

SAJÓ KÁROLY.

## Az eső napközben.

Valamint az évnek nem minden szakában esik az eső egyformán, egyenletesen, úgy van az napszakonként is. Eddigi ismereteink szerint abban az évszakban szokott legtöbb eső esni, a melyben a nap a legmagasabban áll, nálunk tehát nyáron.

Ha abban az évszakban esik a legtöbb eső, a melyben a levegő hőmérséklete a legnagyobb, akkor igen valószínű, hogy a napszakok közül is abban várhatunk legtöbb esőt, a melyik a legmelegebb. Mennél melegebb ugyanis a levegő, annál nagyobb a páratartalma; mennél nagyobb pedig a páratartalom, annál inkább megvan annak a lehetősége, hogy eső keletkezzék. Csupán a meleg, párás levegő lehülése szükséges, még pedig addig a pontig, a melynél a pára belőle kiválni, lecsapódni kényszerül. Ez pedig akkor történhetik meg, ha a meleg, párás levegő a talajtól fölemelkedik s a felsőbb, hűvös régiókba jut.

Az általános elméleti szabály tehát így volna: Legtöbb esőt az év és a nap legmelegebb szakában várhatunk.

De valamint az évnél, úgy a napnál is lehet kivétel. Nálunk, a tenger körüli vidékeken ősszel legnagyobb az esőzés, a nap szakai közül pedig éjjel esik a legtöbb eső.

Mi ennek az oka?

Nyáron a tenger hűvösebb a körü-  
lötte elterülő vidéknél, úgy hogy a hű-

vösebb levegő a melegebb száraz föld felé áramlik, a hol lassan fölmelegszik, távolodik a harmatponttól s így csökken az eső keletkezésének valószínűsége.

Ehhez teljesen hasonló folyamat játszódik le a nap legmelegebb szakában is a tenger körüli vidéken. A tenger felől jövő hűvösebb a levegő száraz föld felett felmelegszik; a fölmelegedéssel kapcsolatosan mindinkább több és több párat vehetne még fel s ilyen módon a lecsapódás valószínűsége hovatovább kisebbedik.

Merőben másképpen alakulnak a viszonyok ősszel és éjjel. Midőn ősszel és éjjel kisebbedik a levegő hőmérséklete a megelőző nyárhoz s a nappalhoz képest, legott előáll a lecsapódás nagyobb valószínűsége.

Fentebbi állításunk t. i., hogy az esőzéshez szükséges a párás levegőnek lehülése, itt is megtartja érvényét.

A talajon elterülő légrétegekben tavasszal korábban áll be a legnagyobb hőfok, mint nyáron, mikor délután 3 óra tájban szokott beköszönten. Minthogy pedig a talajtól felszálló meleg a felsőbb légrétegekbe később ér fel, ott fent a hőfok maximuma is később fog beállani, mint a talajon; minden valószínűséggel nyár végén később, mint elején.

Ezt tartva szem előtt, arra kell következtetnünk, hogy az eső maximuma is

később fog jelentkezni délután nyár végén, mint elején.

Vajjon a megfigyelések igazolják-e ezeket az elméleti tételeket?

Ha az esőt naponta három ízben mérjük, nevezetesen reggel 7, délután 2 és este 9 órakor, arra az eredményre jutunk, hogy az év melegebb hónapjaiban a legtöbb eső délután 2 és 9 óra között szokott esni, s hogy télen alig van különbség a három (7—2, 2—9, 9—7) napszak között. Természetes, hogy az adatok annál hívebben fogják a természetben végbemenő folyamatokat visszatükrözni, mennél hosszabb időszakból valók.

Ha van ok, mely mint a délutáni fölmelegedés, állandóan működik, akkor hatásának az adatokban okvetlenül jelentkeznie kell, kiváltképpen akkor, ha a sok esetlegességet kiegyenlítő, huzamos, időtartamot ölelnek fel.

Így például Berlinben 12 (1885—1896), Prágában 20 (1850—1869), Turkeven 14 (1891. nov.—1905. okt.) éven át történt az eső mérése. Ha egyenletesen oszlott volna el, akkor minden évszakban 7—2 és 2—9 között 29—29, este 9 és reggel 7 között a megmért mennyiség 42 % -ának kellett volna esni. Esett pedig ennél hol több (+), hol kevesebb (—).

Ó r a	B e r l i n			P r á g a			T u r k e v e		
	7—2	2—9	9—7	7—2	2—9	9—7	7—2	2—9	9—7
Tél ... ..	—1	— 2	+ 3	—3	+ 2	+1	+1	0	—1
Tavaszi ... ..	—7	+10	— 3	—3	+ 9	—6	—3	+ 9	—6
Nyár ... ..	—4	+15	—11	—4	+12	—8	—9	+18	—9
Ősz ... ..	—4	+ 3	+ 1	+4	0	—4	—3	+ 2	+1
Év ... ..	—4	+ 9	— 5	—2	+ 7	—5	—4	+ 9	—5

Ime, különböző helyeken, különböző időben történt mérések közel egyező eredményt adnak, világos jelöl annak, hogy e jelenség csakis állandóan ható okok eredménye lehet. Mindenütt a nyári délutáni időszak mutatja fel a legtöbb esőt, és pedig Turkeve többet, mint Berlin, ez többet mint Prága. Télen alig van különbség a három napszak között, mivel akkor nem fejlődhetik ki a hideg talajról fölemelkedő meleg áramlat.

Télen az eső leginkább légnyomási depressziók alkalmával esik, mivel pedig ezek a nap bármelyik időszakában hozzánk vagy közelünkbe érkehetnek, hosszabb idő alatt a nagy számok kiegyenlítő törvénye lép érvénybe és elsimítja az egyenetlenségeket, melyek a napszakok

között rövidebb időtartamban mutatkozhatnak. De mihelyt beköszönt a tavasz, az esőt hozó depressziókhoz a felszálló, meleg áramlás csatlakozik s fokozza délután az eső mennyiségét. Az egyenletes vonalból kidudorodó, hullámhegy emelkedik ki akkor s növekedik mindaddig, míg a nyári magas napállás kisebbbedni nem kezd.

Ha összefoglaljuk Berlin 12, Bécs 20\* és Turkeve 14 éves adatait, a délutáni (2—9 óra közötti) esőtöbblet (+) vagy keveslet (—) a következő számokból (%-ban) derül ki:

\* A bécsi adatok csak máj.—okt. hónapokra vonatkoznak; a prágai viszonyokat csak évszakok szerint ismerjük.



Óra	Januárus	Februárus	Március	Április	Május	Junius	Julius	Augusztus	Szeptember	Október	November	December
7—2	—1	—2	—6	—5	—3	—6	—4	—9	—1	—4	—5	+1
2—9	—1	0	+10	+6	+9	+20	+13	+11	+6	+2	—4	—2
9—7	+2	+2	—4	—1	—6	—14	—9	—2	—5	+2	+9	+1

Aszámok nem következnek ugyan még egészen szabályosan egymásra, de a délutáni felmelegedés hatását kétség kívül tanúsítják. Ha grafikusan tüntetnők fel őket, a hullám hegye, a kulmináló pont júniusra, a nyári napállás hónapjára esnék.

Említettem, hogy a tenger környékén

mások az esőzési viszonyok. Bizonyíté-  
kul felhozom a zágrábi adatokat és  
összehasonlítás céljából a turkeveiket  
ugyanabból az időszakból (1894—1901).  
Az eltérés az egyenletes eloszlású meny-  
nyiségtől % -ban kifejezve a két helyen  
következőleg alakul :

Óra	Z á g r á b			T u r k e v e		
	7—2	2—9	9—7	7—2	2—9	9—7
Tél. ....	—2	+1	+1	+1	0	—1
Tavaszi. ....	—2	+2	0	—6	+12	—6
Nyár. ....	—7	+2	+5	—9	+17	—8
Ősz. ....	—2	—3	+5	—4	+4	0
Év. ....	—4	+1	+3	—5	+9	—4

Ime, mekkora különbség ! Zágrábban nyáron éjjel, Turkevén pedig délután esett a legtöbb eső, ott azonban az egyenletes eloszlású mennyiségnél csak 5, itt 17 % -kal több. Zágrábban általában véve egész évben éjjel esik legtöbb eső, Turkevén délután ; ott csekély a különbség a nap három szaka között, itt ellenkezőleg igen magas értéket ér el. Zágrábban sokkal egyenletesebben oszlik el az eső mennyisége a nap három szaka között, mint Turkevén ; télen azonban alig van különbség a két hely között, mi szépen összevág a fentebb mondottakkal.

Az eső napközben való eloszlásával sokkal jobban ismerkedünk meg, ha a regisztráló esőmérők adataira támaszkodhatunk. Öt-hat év óta már nálunk is mű-

ködnék több helyütt eféle műszerek. Sajnos, hogy csak az esőt regisztrálják, ellenben a havat és egyéb szilárd csapadékot nem.\* Így a hazai állomások följegyzései alapján csupán a melegebb hónapok adataival ismerkedhetünk meg, de ezeknek sem valamennyiével, mivel még csak két évi anyag jelent meg nyomtatásban. Ógyallát azonban már ismerjük, Turkeve egyidejű adataival is szolgálhatok, Zágrábot illetőleg is hét évi regisztrált adatokkal rendelkezünk. Egyelőre csak május—szeptember hónapokra szorítkozom. Ó-

\* Dr. Anderkó Aurél meteor. intézeti tisztviselő oly esőmérőt szerkesztett, mely a havat is regisztrálja. Ógyallán és Turkevén már működik is jelenleg.

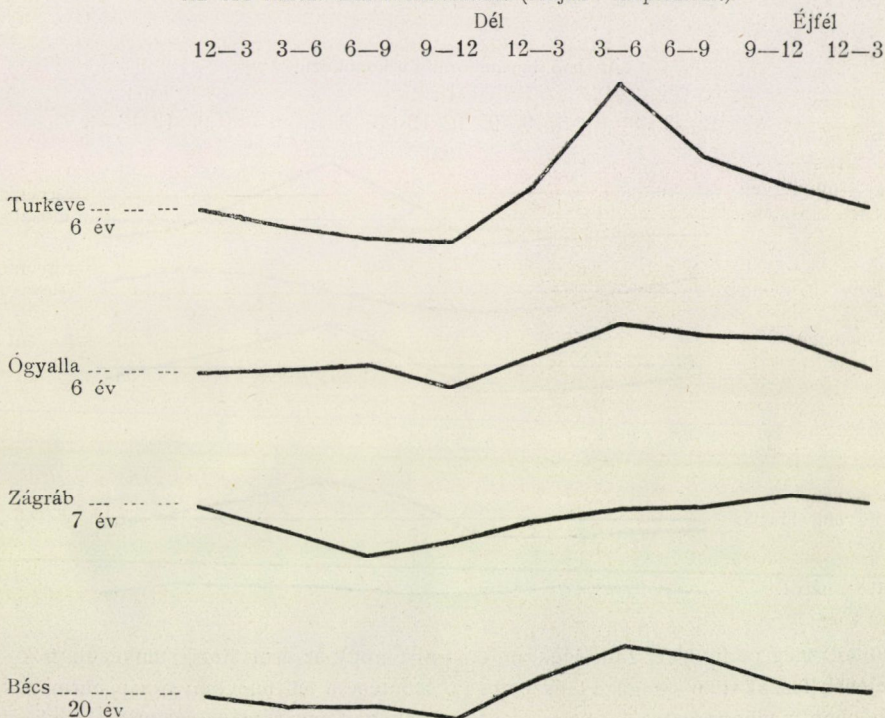
gyalla és Turkeve 1900—1905, Zágráb pedig 1894—1900 időszakra nézve rendelkezik regisztrált adatokkal. Számok helyett inkább grafikonokban mutatom be ezeket az adatokat, még pedig 3—3 órai időközökre vonatkozólag.

Turkeve a Nagy-, Ógyalla a Kis-Alföldre jellemző, Zágráb a tenger környékére. Bécs 20 éves adatait összehasonlí-

tás céljából kiváltképpen a közeli Ógyalla miatt tüntetem fel. Jellemző a délelőtti minimum s a délutáni maximum 3—6 óra között, mely Zágrábban éjféltől még kissé fokozódik is.

El nem mulaszthatom megjegyezni, hogy eddigelé úgy tüntették fel a dolgot, mintha a délutáni maximum kettéválnék s délelőtt is kisebbrendű maxi-

Az eső három órai időközökben. (Május—szeptember.)



mum jelentkeznek. Két-két óránként véve az esőmennyiséget, Hann is 11 évre visszanyúló bécsi adatokra támaszkodva, így találta; ha azonban 3—3 órát foglalunk össze, eltűnnek az apró szabálytalanságok, világos bizonyítékaul annak, hogy nem lényegesek, hanem esetlegesek.

Fentebbi fejtegetéseim szerint elméletileg valószínű, hogy a délutáni esőmaximum a nyár végén később fog jelen-

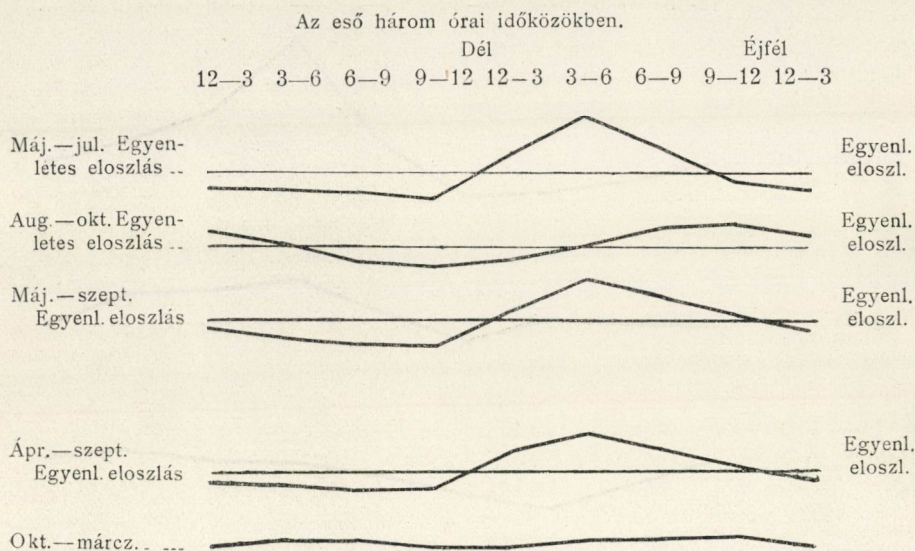
kezni mint a nyár elején. Ennek kimutatása céljából a mi három állomásunk adatait a bécsiekkel és a berliniekkel egyrészt május—július, másrészt augusztus—október hónapok szerint csoportosítottam. Az eredményt, mivel áttekinthetőbb, itt is grafikonokban mutatom be. Kihúztam az egyenletes eloszlás vonalát is, hogy annál jobban szembejessenek azok a 3 órás időközök, a melyekben ennél több vagy kevesebb volt az eső. A



mellett ugyanazon öt állomás napi menetét május—szeptember hónapokra is feltüntettem, hogy lássuk a különbséget május—juliushoz képest, annak igazolására, mit fentebb említettem, t. i. hogy a maximum tavasztól nyárig növekedik, azután pedig fogy. Minthogy pedig sem Bécsben, sem Ógyallán, sem Turkeván télen a regisztráló nem működött, más állomásokat csoportosítottam, hogy a nyári és téli félév közötti különbséget

kimutassam. E célra Potsdam 6, Berlin 12, Aachen 7, Prága 20, Zágráb 7 éves adatait használtam fel.

Láthatjuk, hogy május—juliushónapokban a legtöbb eső délután 3—6 óra között esik, augusztus—október hónapokban pedig este 9—12 óra között. Észrevehetjük továbbá azt is, hogy dél előtt és éjjel is kevesebb eső esik ugyan mint a mennyit egyenletes eloszlás mellett várhatnánk, de a rendes viszonyok



délután, még pedig a felszálló légáramlat idejének főszakában vannak a legszembe-tűnőbben megháborgatva.

A rajz szépen igazolja, hogy az eső egyenlőtlen eloszlása csak abban az évszakban van meg, melyben intenzív felszálló légáramlat lehetséges. Ime, ugyanazok az állomások, melyek a nyári félévben (ápr.—szept.) délután 3—6 között jól kifejtett maximumot jegyeztek fel, a téli félévben alig észrevehető különbségeket tüntetnek fel 3—3 óránként. Az október—március hónapok vonala nem mutat fel hullámhegyet, hanem csaknem egészen vízszintesen halad. Ebből kitű-

nik, hogy az esőt hozó tényezők beköszönte a téli félévben a nap bármelyik szakában egyaránt valószínű.

A nyári hónapokban jelenkező délutáni esőmaximum ugyanabban a három órában szokott beköszönteni, a mikor a legtöbb zivatar szokott kitörni. Ennélfogva igen valószínű, hogy ezt az esőmaximumot a zivataros esők okozzák.

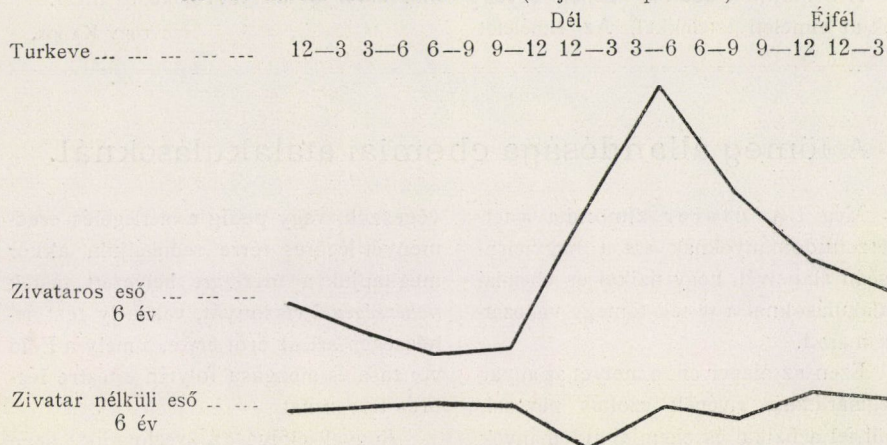
A zivataros esők és az esőmaximum közti összefüggésre nézve is hozhatok fel adatokat. A mikor a regisztrált eső mennyiségét számokban följegyeztem, egyszersem azt is feltüntettem, vajjon abban az órában, melyben az eső esett,



volt-e égi háború hallható dörgéssel, vagy sem? Ha ezeket a zivataros esőket május—szeptember hónapokra kiszámítjuk, a fent említett 6 évre vonatkozólag

a következő grafikont kapjuk. E grafikon egyúttal azt az esőt is érzékíti, mely ugyanabban az időszakban akkor esett, mikor zivatar nem volt.

Az eső három órai időközökben. (Május—szeptember.)



Láthatjuk, hogy a délutáni esőmaximum a zivataros esőknek a tulajdona; zivataros esők nélküli időben eltűnik a maximum s a véletlen jut érvényre. Hat évnél hosszabb időszakban a zivatar nélküli eső grafikonja valószínűleg az egyeneshez fog közeledni, éppen úgy, mint a hűvös időszakban.

Valamint a felszálló áramlat intenzitásának főidejében kiadóbb az eső, azonképpen a legtöbb zivatar is ez időtájt támad,

s valamint az eső maximuma a nyár vége felé későbbi órákban áll be, szakasztottan úgy van az a zivataroknál is. Ezeknél is másképpen alakul a napi periódus május—július, mint augusztus—október hónapokban.

A zivatarok kitörése, az első dörgés, az esetek 90-ában kifejezve Turkevén (1891. okt. 25.—1905. nov. 30.) és Kabán<sup>1</sup> (1873—1905. nov. 30.) 6—6 órai időközökben ekként jelentkezett.

		Dél 12—6	Éjféli 6—12    12—6		Dél 6—12
Május—július	Kaba (921) .....	<b>55</b>	26	7*	12
	Turkeve (514) .....	<b>59</b>	27	5*	9
Augusztus—október	Kaba (338) .....	<b>43</b>	29	15	13*
	Turkeve (180) .....	40	<b>42</b>	8*	10

E számadatok nem egyeznek ugyan tökéletesen a fentebb elmondottakkal, de azt czáfolhatatlanul bizonyítják, hogy mindkét helyen aránylag véve több a zivatar éjjel (6e.—6r.) augusztus—október,

mint május—július hónapokban. Vala-

<sup>1</sup> Akabai adatokat 33 évről Váradi Antal volt szíves rendelkezésemre bocsátani, kiknek szívésségeért e helyen is köszönetet mondok.

mint tehát az eső, úgy a zivatarok is a nyár vége felé a délutáni korábbi órákról a későbbi órákra tolódnak s ez természetes is, hiszen mindkét jelenség, ugyanegy oknak a következménye.

A bemutatott adatok szépen egyeznek az elméleti tételekkel. Az elméletet

pontról pontra megerősítették a tapasztalatok, úgy hogy most már törvényképpen kimondhatjuk fejtegetéseink eredményét; *Az eső napi menete a hőmérsékletnek függvénye; a hőmérsékleti maximummal eső-maximum jár a nyári hónapok alatt.*

HEGYFÖKY KÁROK.

## A tömeg állandósága chemiai átalakulásoknál.

Még Lavoisier kimondta a természettudományoknak azt a nagyjelentőségű alapelvét, hogy fizikai és chemiai átalakulásoknál a testek tömege változatlan marad.

Ezen az alapon, a melyet az anyag megmaradása elvének szokás nevezni, épül fel a fizikai és chemiai tudományok egész rendszere. Bár az ezen alapelemből vont következtetések kielégítő módon megegyeznek a kísérleti tapasztalatokkal, mégis kíváncsok az elvet magát — a mennyire lehetséges — közvetlen kísérleti ellenőrzésnek alávetni.

Önként kínálkozik erre a következő egyszerű eljárás: lemérünk mérlegen egy testet átalakulás előtt és átalakulás után. Például üveglombikba széndarabot helyezünk, a lombikot oxigénnel megtöltjük, leforrasztjuk és lemérjük; azután a szenet a lombik melegítésével meggyújtjuk; ha már az egész szén elégett és a lombik kihült, újból megmérjük.

Kissé óvatosaknak kell azonban lennünk és egyedül e mérlegelés eredményéből még nem szabad eldöntenünk azt a kérdést, vajjon megváltozott-e a szén és oxigén összes tömege az elégett (széndioxidá váló átalakulás) közben. A mérlegen ugyanis nem a testek tömegét hasonlítjuk össze, hanem a testek súlyát, vagyis azt az erőt, mely a Föld vonzása és mozgása folytán a testekre a levegőben hat. Ha a mérlegelést légüres térben

végezzük, vagy pedig a mérlegelés eredményét légüres térre redukáljuk, akkor megkapjuk a mérlegre helyezett testek *nehézségének* viszonyát, valamely test nehézségén azt az erőt értve, a mely a Föld vonzása és mozgása folytán e testre légüres térben hat.

$P_1$ -gyel jelölve az üveglombik, szén és oxigén összes nehézségét az átalakulás előtt,  $P_2$ -vel az üveglombik és tartalmának nehézségét átalakulás után,  $m_1$  és  $m_2$ -vel a megfelelő tömegeket, rendesen így szokás okoskodni, *minthogy*

$$P_1 = m_1g \text{ és } P_2 = m_2g$$

*a hol g ugyanazon helyen a nehézségnek valamennyi anyagra nézve egyenlő gyorsulása, a  $P_1 : P_2$  viszony egyenesen az  $m_1 : m_2$  viszonyt szolgáltatja.*

Pedig gondolható volna az az eset is, hogy az átalakulás folytán a szénből és oxigénből oly anyag keletkezett, a melyre a nehézség a  $g$ -től különböző gyorsulást gyakorol s akkor már a  $P$  nehézség viselkedéséből nem következtethetünk közvetlenül a  $m$  tömeg viselkedésére.

Az anyag megmaradása elvének mérleggel való ellenőrzése e szerint felhasználja azt a szintén kísérleti ellenőrzésre szoruló állítást, hogy a földnehézség gyorsulása független azon anyagok minőségétől, melyekre a nehézség hat.

A következőkben ama vizsgálatokat akarom röviden ismertetni, a melyeket a



természettudósok ezen az úton végeztek a tömeg megmaradása elvének kísérleti igazolására. Minthogy pedig a mérleggel való mérések a nehézségi gyorsulásnak a különböző anyagoktól való függetlenségén alapulnak, első sorban azokról a kutatásokról fogok megemlékezni, a melyek a nehézségi gyorsulásnak eme függetlenségére vonatkoznak.

Végül még egy érdekes eljárásról akarok szólni, mely az angol Joly-tól ered és a mely az anyag megmaradása elvének kísérleti ellenőrzésére szolgál a nélkül, hogy felhasználná a nehézségi gyorsulásnak az anyagok minőségétől való függetlenségét.

#### I. A nehézség gyorsulásának az anyag minőségétől való függése.

A földszin bizonyos helyén valamely  $m$  tömegű testre ható nehézségi erő két erőnek eredője, nevezetesen a Föld vonzásának ( $P'$ ) és a Föld tengelye körüli forgásától származó középpontfutó erőnek ( $P''$ ). Az előbbi iránya közel a Föld középpontja felé mutat, az utóbbié pedig az illető hely meridiánsíkjába esik és merőleges a forgástengelyre.

Newton hipotézise, melyen az egész mai csillagászat felépül, azt mondja, hogy két  $m_1$  és  $m_2$  tömegű, egymástól  $r$  távolságra lévő anyagi pont vonzó ereje a pontokat összekötő egyenes irányába esik és nagysága

$$F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

a hol  $f$  a ható anyagok minőségétől független, úgynevezett *universzális* állandó. E hipotézis közvetlen folyománya, hogy az a vonzó erő, a melyet a Föld valamely testre ugyanazon a helyen gyakorol, szintén független az anyag minőségétől. E szerint  $P' = mg'$ , a hol  $g'$  Newton feltevése szerint minden anyagra ugyanaz.

A középpontfutó erőt a következő képlet szolgáltatja:

$$P'' = m \frac{v^2}{R}$$

a hol  $v$  a Föld tengelykörüli forgásának sebessége az illető helyen,  $R$  pedig a hely távolsága a Föld forgási tengelyétől.

Az elméleti eredmény tehát az, hogy úgy a Föld vonzásától, mint a középpontfutóerőtől származó gyorsulás  $\left(\frac{P'}{m} \text{ és } \frac{P''}{m}\right)$  független az anyag minőségétől, független lesz tehát e két gyorsulás eredője, a kísérletileg lemérhető  $g$  is.

Ezen eredmény helyességét bizonyítja már amaz egyszerű, közismert kísérlet is, hogy légüres térben a tollpehely és a pénzdarab egyenlő idő alatt esik le; ily lényeges kérdés vizsgálatakor azonban e pontossággal még nem elégedhetünk meg.

Pontos adatokat a  $g$ -nek az anyag minőségétől való függésére vonatkozólag a különböző anyagokból készült ingák lengési idejének megfigyelése szolgáltat. Legyen  $M$  az inga tömege,  $s$  az inga tömegközéppontjának a forgási tengelytől való távolsága,  $K$  az inga tehetetlenségi nyomatéka, akkor a lengési idő  $T$  igen kis kilengésekre vonatkozólag:

$$T = \pi \sqrt{\frac{K}{Mgs}}$$

Például egyazon anyagból való ingáknál úgy  $K$  mint  $Ms$  arányosak az anyag sűrűségével,  $\frac{K}{Ms}$  tehát az anyag minőségétől függetlenek és kizárólag az inga méreteitől és alakjától függenek. Ha tehát különböző anyagokból készítünk teljesen egyenlő alakú ingákat, akkor a lengési idők megegyezéséből a megfelelő  $g$  gyorsulások megegyezésére lehet következtetni.

Körülbelül ilyen módszerrel már maga Newton\* is megvizsgálta, mennyire állandó a különböző anyagoknál a  $g$  és azt találta, hogy a különbség a különböző anyagokra gyakorolt gyorsulások közt kisebb, mint az egész gyorsulás ezredrésze.

Az ingalengések megfigyelését a legkülönbözőbb zavaró körülmények szabatos megfigyelésével igen mértékben tökéletesítette Bessel,\*\* a kinek mérései szerint az általa megvizsgált számos anyagnál (arany, ezüst, ólom, cink, sárgaréz, márvány, agyag, kvarcz és meteorikövek anyaga) a  $g$  k közti különbség  $g$  értékének 60 ezredrésznél kisebb.

Ez a pontosság azonban még mindig nem elégséges arra, hogy a tömeg mérleggel való meghatározásának jogosultsága igazolást nyerjen. A mai pontos mérlegeken például 1 kilogrammnyi súlyú testeket egy milligrammnyi pontossággal még feltétlenül biztosan le tudunk mérni, a súlyt tehát egy milliomodnyi pontossággal tudjuk meghatározni, ugyanily pontossággal végezhető a légüres térre való redukálás, tehát a *nehézség* meghatározása. Ennélfogva, hogy a nehézséget a tömeg mértékeül felhasználhassuk, feltétlenül szükséges, hogy a  $g$ -nek az anyag minőségétől való függetlenségét is legalább tízszer ily pontossággal, pl. egy tízmilliomodrészig kimutassuk.

A kérdés fontossága arra indította Eötvös Loránd bárót,\*\* hogy a tömegvonzásra vonatkozó egyéb vizsgálatainak folyamán a  $g$ -nek az anyag minőségétől való függésére is kiterjeszkedjék.

Az ingalengések megfigyelésének módszerén már nem sok finomítani való maradt Bessel rendkívül gondos és

pontos vizsgálatai után. A mai eszközökkel a legnagyobb pontosság, melyet egy bizonyos inga lengési idejének megfigyelésénél elérhetünk, az egész lengési időnek néhány tízmilliomodrésze. A lengési idő képletében szereplő egyéb adatok meghatározása azonban már távolról sem történhetik ily pontossággal, úgy hogy valóban Bessel méréseivel elértük azt, a mit ez úton elérni lehet.

Eötvös ezért nem is az inga módszerét alkalmazta, hanem torziómérlegét, melylyel az egyéb gravitációs mérések pontosságát is igen nagy mértékben fokozta.

A torziómérleg rugalmas fonálra (vékony fémdrót) vízszintesen felfüggesztett rúd; ennek végeire, a fémdrótól (forgási tengelytől) mintegy 15–20 cm-re volt felfüggesztve a két összehasonlítandó anyag körülbelül 30 grammnyi tömegben. A forgástengelyre kis tükör volt erősítve, a rúddal merev összeköttetésben, melylyel a rúd helyzetét pontosan meg lehetett határozni; az egész torziómérleg fémszekrénybe volt felfüggesztve, a mely a drót körül, mint tengely körül el volt forgatható. A fémszekrény helyzetét a reá erősített tükör segítségével szintén pontosan meg lehetett határozni.

A magára hagyott lengő rendszer a ráható erők hatása alatt bizonyos egyensúlyi helyzetet fog elfoglalni. Tudjuk, hogy egyensúlyi helyzetben az összes, a lengő rendszerre ható erőknek a drót tengelyekörüli forgató nyomatéka zérussal egyenlő: állapítsuk meg ennek alapján a lengő rendszer egyensúlyának feltételeit.

A rendszerre három erő hat: a Föld tengelykörüli forgásától származó középpontfűtő erő, a Föld vonzó ereje, és a fémdrót csavarási rugalmassága.

Az 1. rajzon látható, persze eltorzítva, az első két erő eloszlása, ha a Földet egyszerűség kedvéért gömbalakúnak tekintjük.

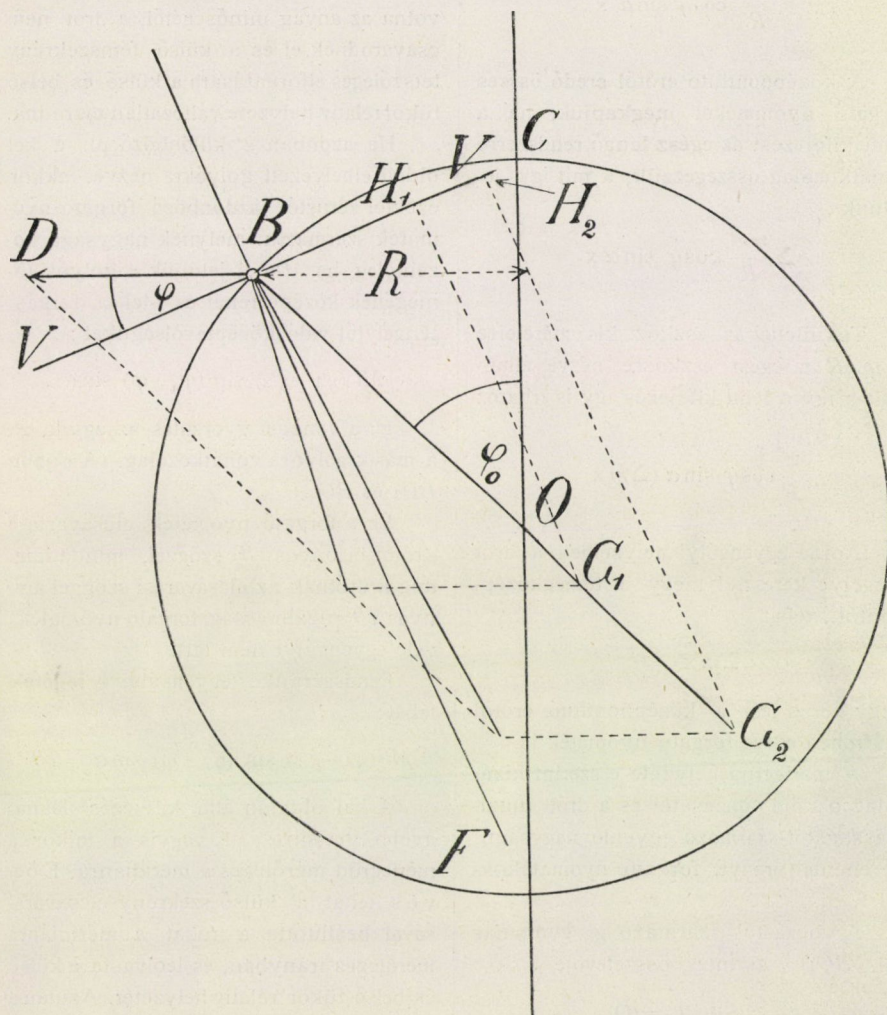
\* Philosophiae naturalis principia mathematica III. könyv, VI. tétel. (1687.)

\*\* Astronomische Nachrichten 10. k., (1833.) 97. l.

\*\*\* Akadémiai Értesítő 1890. évf., 108–110.

$B$ -ben van felállítva a torziómérleg: a rajz-sík a  $B$ -n átmenő meridiánsík,  $OBC$  a meridiánkör. Az egész lengő rendszerre ható összes erők ennek tömegközéppont-

jában összpontosítva, bizonyos nagyságú és irányú eredő erőt szolgáltatnak. Ezen eredő erő irányába helyezkedik el a drót, a lengő rendszerünk forgástengelye. Ezt



1. rajz.

az irányt függőleges iránynak ( $BF$ ), az ermerőleges síkot ( $VV$ ), pedig vízszintes síknak fogjuk nevezni.  $BD$  a tömegegységre ható középpontfutó erő  $\varphi$  szöget képez a vízszintessel ( $90^\circ - \varphi$  kevéssel tér el  $90^\circ - \varphi_0$ -tól, ahol  $\varphi_0$  a hely földrajzi szélessége),  $g'$ , valamely anyag tömegegységére ható

vonzási erő mindig a  $BO$  Földsugár irányába esik.

Legyen  $\alpha$  az a szög, a melyet a mérlegrúd egyensúlyi helyzetében a meridiánnal képez,  $m$  a mérlegrúd egy anyagi pontjának tömege,  $x$  e pontnak távolsága a forgási tengelytől; akkor e pontra ható

középpontfutó erőnek forgató nyomatéka a drót tengelye körül, minthogy az erőnek csak a vízszintes összetevője jó számításba

$$\frac{mv^2}{R} \cos \varphi \sin \alpha x$$

A középpontfutó erőtől eredő összes forgató nyomatékot megkapjuk, ha a fenti kifejezést az egész lengő rendszerre vonatkozólag összegezzük, a mit így jelölünk:

$$\sum \frac{mv^2}{R} \cos \varphi \sin \alpha x$$

Tekintettel az eszköz kis méreteire  $v$ ,  $\varphi$ ,  $R$  az egész eszközre nézve állandók s így a fenti kifejezés így is írható:

$$\frac{v^2}{R} \cos \varphi \sin \alpha (\sum m x)$$

Ámde egyensúlyi helyzetben a drót tengelye keresztül megy a tömegközépponton, tehát

$$\sum m x = 0$$

s így zérus lesz a középpontfutó erőtől származó egész forgató nyomaték is.

A mérlegrúd helyzete e szerint kizárólag a Föld vonzásától és a drót rugalmasságától származó egyenlő nagyságú, de ellentett irányú forgató nyomatékoktól függ.

A vonzástól származó  $g'$  gyorsulás (pl.  $BG_1$ ) vízszintes összetevője

$$g' \sin (\varphi_0 - \varphi)$$

(pl.  $BH_1$ ) s így a mérlegrúdnak egy anyagi pontjára ható vonzási erő forgató nyomatéka  $mg' \sin (\varphi_0 - \varphi) \sin \alpha x$ , az egész forgató nyomaték tehát:

$$\sum mg' \sin (\varphi_0 - \varphi) \sin \alpha x$$

Ha most  $g'$  független volna az anyag minőségétől, ezen összegből ismét ki le-

hetne emelni a  $g' \sin (\varphi_0 - \varphi) \sin \alpha$  tényezőt és ismét azt kapnók, hogy ez a forgató nyomaték is zérus, tehát zérus lenne a drót csavarási nyomatéka is.

Ha tehát a Föld vonzása független volna az anyag minőségétől, a drót nem csavarodnék el és a külső fémszekrény tetszőleges elforgatására a külső és belső tükörrelativ helyzete változatlan maradna.

Ha azonban  $g'$  különböző pl. a két oldalt elhelyezett golyókra nézve, akkor ezektől zérustól különböző forgató nyomaték származik, melynek nagysága közelítőleg, ha  $M$ -mel jelöljük a golyók tömegének középtértékét és  $L$ -lel a forgástengelytől való középtávolságukat:

$$ML (g'_1 - g'_2) \sin (\varphi_0 - \varphi) \sin \alpha$$

$g'_1$  a vonzási gyorsulás az egyik,  $g'_2$  a másik golyóra vonatkozólag. (A rajzon  $BG_1$  és  $BG_2$ .)

Ez a forgató nyomaték elcsavarja a drótot bizonyos  $\vartheta$  szöggel, mindaddig, míg a drótnak az elcsavarási szöggel arányos  $\tau\vartheta$  rugalmassági forgató nyomatéka vele egyensúlyt nem tart.

Rendszerünk egyensúlyi feltétele tehát:

$$ML (g'_1 - g'_2) \sin (\varphi_0 - \varphi) \sin \alpha = \tau\vartheta$$

A bal oldalon álló kifejezés legnagyobb, ha  $\sin \alpha = 1$ , vagyis a mikor a mérlegrúd merőleges a meridiánra, E őt-  
v ő s tehát a külső szekrény elcsavarásával beállította a rudat a meridiánra merőleges irányban, és leolvasta a külső és belső tükör relativ helyzetét. Azután a külső szekrényt elforgatta 180°-kal, a mire a Föld vonzásától származó forgató nyomaték nagysága ugyanaz maradt, de iránya ellenkezővé változott, mert most a golyók helyzeteiket felcserélték; a drót megfelelő elcsavarodása tehát  $-\vartheta$  volt. A külső és belső tükör relativ helyzetében bekövetkezett szögelfordulás e szerint  $2\vartheta$  volt. A  $g'_1 - g'_2$  különbség tehát

a következőképpen számítható ki csupa kísérletileg meghatározható adatból:

$$g'_1 - g'_2 = \frac{\tau \vartheta}{Ml \sin(\varphi_0 - \varphi)}$$

E ö t v ö s sárgarezet, üveget, parafát és antimonitot helyezett kettenként a mérlegrúd két szélére és azt találta, hogy a megfigyelés pontosságának határain belül, a külső szekrény elforgatása közben, a külső és belső tükör relatív helyzete nem változott, tehát  $\vartheta = 0$  volt.

Ismerve a drót csavarási nyomatékát  $\tau$ -t, most már könnyen kiszámíthatjuk mily pontossággal bizonyítják e mérések a vonzásnak az anyag minőségétől való függetlenségét.

E ö t v ö s vékony platinadrótokat használt, melyeknek csavarási nyomatéka igen kicsiny: egy  $\frac{1}{25}$  mm átmérőjű 1 m hosszú platinadrótnál  $\tau = 0.3$  volt c. g. s. rendszerben.

A 2  $\vartheta$  szögelfordulás 1 percznyi pontossággal megfigyelhető, ha tehát elcsavarodás nem észlelhető, akkor mindenestre  $\vartheta$  kisebb egy fél percznél; ha  $M = 30$  gm és  $l = 18$  cm, akkor, mint-hogy Budapesten  $\varphi_0 - \varphi$  a nehézség irányának változása a középpontfutó erő folytán körülbelül 6 percz, 1 percz pedig abszolút ivmértékben körülbelül 3 tizezred s a sinus ily kis szögeknél közel egyenlő a szög abszolút mérőszámával:

$$g'_1 - g'_2 < \frac{0.3 \cdot 0.00015}{30 \cdot 18 \cdot 0.0018}$$

$$\text{tehát } g'_1 - g'_2 < \frac{1}{21,600}$$

Mínthogy pedig maguk a  $g'$ -k közel  $1000 \frac{\text{cm}}{\text{Sec}^2}$ , a köztük levő eltérés kisebb, mint abszolút értéküknek *húszmilliomodrésze*.

Ez a pontosság most már valóban elegendő arra, hogy nyugodt lélekkel arányosnak vehessük a mérleggel meg-

határozott nehézséget a tömeggel, mint-hogy a mérlegelések pontossága egy húszmilliomodrészig úgy sem terjed.

E ö t v ö s méréseit még egy oly anyagra is kiterjesztette, mely lényegesen különbözik azon anyagoktól, melyeket elődei Newton és Bessel megvizsgáltak, nevezetesen a *levegőre*. Igen kíváncsatos a különböző halmazállapotú anyagokat is megvizsgálni, mert gondolható az is, hogy a tömegvonzás a halmazállapottal változik.

E ö t v ö s a torziómérleg rúdjának egyik végére légüres üveggömböt függesztett, a golyóra tehát az általa kiszorított levegőre gyakorolt vonzás hatott, persze a Föld vonzása irányával ellenkező irányban. Ha a levegőre nézve  $g'$  más mint a mérlegrúd másik végére függesztett szilárd testre nézve, akkor ebből megint egy forgató nyomaték keletkezik hasonlóan, mint a megelőző esetben, és a drót megint elcsavarodik. Látható az előző képletekből, hogy a  $g'$ -k közti különbség annál pontosabban határozható meg, mennél nagyobb  $M$ . A levegő esetén  $M$ , a kiszorított levegő tömege természetesen aránytalanul kisebb, mint a megelőző méréseknél és bár E ö t v ö s egy 120 köbczentiméter térfogatú gömböt használt, a mely — aránylag igen nagy — gömb jelenléte miatt a mérések már csak igen nagy óvatossággal, állandó hőmérsékletű pinczében, éjnek idején voltak végezhetők, mégis a  $g'$ -k különbségét levegő és sárgaréz közt csak egy százezedrészig lehetett meghatározni az egyensúlyi helyzeteknek fotográfikus úton való regisztrálásával.

A mi a mérleggel levegőben történő tömegmeghatározás jogosultságát illeti, arra nézve azonban ez az eredmény is teljesen kielégítő, minthogy e méréseknél a kiszorított levegő nehézsége csak javításképpen szerepel, mely az egész lemért súlynak, például parafánál, körülbelül

4 ezredrésze, más testnél pedig annál kisebb, mennél nagyobb a test sűrűsége, másrészt pedig a levegő hőmérsékletét és nedvességét nem tudjuk oly pontosan lemérni, hogy a korrekció másik tényezőjét, a levegő sűrűségét ugyanily pontossággal határozhassuk meg.

A meddig tehát a mérleggel való mérések pontossága terjed, a mérleggel meghatározott nehézségeket bizvást tekinthetjük arányosoknak a megfelelő tömegekkel.

## II. Az anyag megmaradása elvének mérleggel való ellenőrzéséről.

Miután az eljárás jogosultságáról, a megelőzőkben, különösen E ö t v ö s mérései alapján, meggyőződünk, áttérünk ama mérések ismertetésére, a melyeket a természettudósok mérleg segítségével az anyag megmaradása elvének ellenőrzése czéljából végeztek.

A legrégebbi pontos mérések I. S. St a s-tól\* való, a ki jódézüst és bróm-ezüst mennyiségi szintézisét végezte, le-mérve pontosan úgy az alkotórészeknek, mint a keletkezett vegyületnek tömegét. Mérései  $\frac{1}{40,000}$ -tól  $\frac{1}{70,000}$ -nyi pontossáig igazolják az anyag megmaradásának elvét. Az elvnek ez úton való ellenőrzése rendkívül fáradságos és nem nagy sikerrel biztat, mert a szintézisnél szükséges bonyolult műveleteknél a használt anyagoknak csekély nyomai könnyen elveszhetnek, azután hamis eredményre vezetnek.

Sokkal egyszerűbb és megbízhatóbb eljárást alkalmazott K r e i c h g a u e r,\*\*

\* Nouvelles recherches sur les lois des proportions chimiques. 1865, 152 l.

\*\* Einige Versuche über die Schwere. Verhandlungen der Berliner physikalischen Gesellschaft. 1891, 10. k., 2. füzet, 13. l.

a ki a chemiai reakciót leforrasztott üveg-edényben hajtotta végre és az edényt reakció előtt és reakció után lemérte. K r e i c h g a u e r úgy járt el, hogy  $\Pi$  alakú edényszáraiba helyezte el azokat az anyagokat, a melyeken a chemiai reakciót végre akarta hajtani, azután az edényt légmentesen elzárta, a mérlegre helyezte és lemérte. Ezután az edényt száraival felfelé fordítva, egymással érintkezésbe hozta a két anyagot, mire a chemiai reakció megindult. Miután a reakció már lefolyt és az edény visszanyerte előbbi hőmérsékletét, súlyát újból lemérte. K r e i c h g a u e r higany és jód, továbbá higany és bróm reakcióját figyelte meg ily módon s azt találta, hogy a bekövetkezett súlyváltozás az összes súly egy husz milliomodánál kisebb. K r e i c h g a u e r maga e kísérleteiből azt a következtetést vonja, hogy a Föld vonzása a különböző anyagokra az egész vonzásnak egy husz milliomodáig ugyanaz. Persze K r e i c h g a u e r ezen okoskodása az anyag megmaradásának elvén alapszik: ha a tömeg változatlan, akkor a bekövetkezett súlyváltozás csak a Föld vonzásának változásával magyarázható. Azonban mi sem jogosít arra, hogy a tömeg változatlanságát — szinte mint dogmaképpen — bizonyítás nélkül elfogadjuk, úgy, hogy K r e i c h g a u e r méréseinek helyes értelmezése a következő: E ö t v ö s mérései alapján tudjuk, hogy a Föld vonzása egy husz milliomodig a különböző testekre ugyanaz, K r e i c h g a u e r mérései tehát az anyag megmaradása kísérleti bizonyítékát szolgáltatják.

Valószínű azonban, hogy K r e i c h g a u e r kissé túlbecsülte méréseinek pontosságát, mert a súlynak husz milliomodrészig való pontos meghatározása bizony bajosan vihető keresztül, különösen ha közben az edényben chemiai reakció ment végbe, mely rendszeren jelentékeny hőmérsékletváltozásokkal jár.



Kreichgauer-rel egyidőben Landolt foglalkozott részletesen a kémiai reakciókat kísérő esetleges súlyváltozásokkal\* lényegben ugyanolyan módszerrel mint Kreichgauer. Landolt vizes oldatokban végbemenő reakciókat vizsgált; az illető anyagokat szintén  $\Pi$  alakú edények egy-egy szárába töltötte. Ugyanazon anyagpárból mindig két edényt töltött meg úgy, hogy a két edény súlya közel ugyanaz volt; az edények továbbá úgy voltak készítve, hogy a két edény külső térfogata is lehetőleg egyenlő legyen. Már most pontosan lemérte a két edény súlykülönbségét: először kezdetben, midőn mindkét edény különböző száraiban különböző anyagok foglaltak helyet, másodszor miután a reakció az egyik edényben végbement, harmadszor miután a reakció a másik edényben is végbement.

Ilyenformán az 1—2 és 2—3 méréseket összevetve, mindjárt két adatot kapott az esetleg bekövetkezett súlyváltozásra.

Nem fogom felsorolni az összes reakciókat, melyeket Landolt végzett. Négy különböző reakciónál a tapasztalt súlyváltozások a kísérleti hibák határain belül maradtak, az egyik reakció azonban meglepő eredményt szolgáltatott: Ezüstszulfát vizes oldatát vas-szulfát ( $\text{FeSO}_4$ ) vizes oldatával összekeverve ezüst vált ki, s háromszor ismételve a reakciót, mindig súlykisebbedés mutatkozott, még pedig rendre

0.167, 0.131, 0.130

milligramm. Az első esetben a kivált ezüst mennyisége 30 g, a másik kettőben 60 gmm volt. Egy-egy mérlegelésnél tapasztalt legnagyobb hiba 0.03 milligramm volt s így a súlykisebbedés határozottan nagyobb a kísérleti hibáknál.

Megjegyzendő, hogy majdnem valamennyi reakciónál (16 közül 12-nél) súlykisebbedés mutatkozott és a súlynagyság csak egyetlen esetben volt valamivel nagyobb a kísérleti hibáknál.

Bár e mérések korántsem bizonyítják kétségtelenül a súly kisebbedését egyes kémiai reakcióknál, mégis több tudóst ösztönöztek arra, hogy e rendkívül hosszadalmas és fáradságos, sőt meglehetősen hálátlan vizsgálatokat folytassák illetve ellenőrizzék.

F. Sanford és L. E. Ray\* hasonló módszerrel vizsgálták meg az ezüst-nitrát és szőlőcukor ammóniás oldatának reakcióját, melynél szintén ezüst válik ki. A mérések maximális hibája mintegy kétszer akkora volt, mint Landolt-nál és körülbelül ugyanekkora súlynagyságosodásokat és súlykisebbedéseket kaptak felváltva. Ez tehát Landolt eredményének ellenmond.

1901-ben tette közzé A. Heydweyller\*\* ugyane tárgyra vonatkozó vizsgálatait, melyek annak idején nagy feltűnést keltettek. Heydweyller lényegében a Landolt-féle eljárást használta, csak hogy míg Landolt a két összehasonlítandó edény külső térfogatát gondosan kiegyenlítette, addig Heydweyller meghatározta pontosan mindkét edény térfogatát és a levegő sűrűségének meghatározása után kiszámította a levegő által a két edényre gyakorolt felhajtó erők különbségét. Hogy e felhajtó erőt kiszámíthassa, minden reakció előtt és után meghatározta mindkét edény külső térfogatát hidrosztatikai mérlegeléssel, azonkívül megfigyelte a barometerállást, lég hőmérsékletet és légnedvességet, hogy ebből a levegő sűrűségét kiszámíthassa. E segédmérések eljárását egyrészt rendkívül fáradságossá tet-

\* Sitzungsber. der Königl. preuss. Akad. der Wiss. 1893. évf., 301—334. 1.

\* Physical Review 5. k., 247. lap. (1897.)

\*\* Annalen der Physik. 5. k., 394. 1. (1901.)

ték, másrészt károsan befolyásolták a pontosságot, a mihez még mérlegének csekély érzékenysége is hozzájárult, mely 250 g megterhelésnél 1 osztályrész volt milligrammonként. Heydweyller nem alkalmazott tükörleolvasást, de az egyensúlyi helyzeteknek a lengő mérleg fordulópontjaiból való meghatározását mégis 1—2 század milligrammig pontosnak tartja. Az egyéb fellépő kísérleti hibákkal együtt Heydweyller szerint, méréseinek maximális hibája 0.04 milligramm volna. Tekintettel az előbbiekre, ezt a becslést is túlzottnak kell tekintenünk, mert a hol már a tized osztályrészek (tized milligrammok) is csak szemmértékkel becsülhetők, ott bajos század milligrammokról beszélni, nem is szólva a térfogatoméréseknél és légsűrűség meghatározásánál mutatózó hibákról, melyek mind összegeződhetnek.

Heydweyller hat különböző anyagpáron összesen 21 reakciót figyelt meg. A bekövetkezett súlyváltozások 5 anyagpáron a kísérleti hibák (0.04 mg) rendjébe esnek. Érdekes azonban a réz-szulfát és vas reakciója, melynél vas-szulfát keletkezik és réz válik ki. Ha a reakció tiszta vizes oldatban ment végbe, a tapasztalt súlyváltozás kisebb a kísérleti hibánál; ha a reakció nátronlúgos oldatban ment végbe, három különböző esetben

0.217, 0.161, 0.171 mg

súlycsökkenés volt tapasztalható. Ugyancsak súlycsökkenést kapott Heydweyller, ha a reakciót kénsavval savanyított vizes oldatban végeztette. Ez esetben a súlycsökkenés

0.097 és 0.158 mg

volt. E súlycsökkenések már nagyobbak a kísérleti hibáknál; megjegyzendő még, hogy 21 reakciónál Heydweyller 19 esetben kapott súlycsökkenést és csak

két esetben súlynövekedést, akkor is csak 0.019 és 0.014 milligrammot.

Egy-egy megtöltött reakciós edény átlag 250 milligrammot nyomott.

Heydweyller-nek éppen nem kifogástalan mérései a kérdést újra napirendre hozták és utána hasonló eljárással G. Kahlbaum\* és A. Lo Surdo\*\* végeztek méréseket.

Kahlbaum azt vizsgálta meg, vajjon a cink fehér alakjának a szürke alakba való átmenete jár-e súlyváltozással. Változás azonban nem mutatkozott.

Lo Surdo Messinában ismételte a réz-szulfát és a vas reakcióját nátronlúgos vízben. Mérlegét pontosabban olvashatta le mint Heydweyller (1 milligramm 20—30 osztályrésznek felelt meg), a két reakcióedény térfogata 1—2 század köbcentiméterig ki volt egyenlítő, a mérlegen az edényeket kézzel való érintés nélkül oly ferde helyzetbe lehetett hozni, hogy a reakcióvégbement. Ugyanazon tárgy többszöri le mérésénél az eredmények 3—7 ezred milligrammig egyeztek, a reakciónál tapasztalt súlyváltozások pedig egy század milligramm körül ingadoztak, még pedig felváltva fordult elő súlynagyobbodás és súlycsökkenés. Ez tehát határozottan Heydweyller eredményeit cáfolja.

Utolsó időben Landolt újból hozálátott a kérdés tanulmányozásához, pontosabb eszközökkel és minden zavaró körülményre kiterjedő aprólékos körültekintéssel.\*\*\*

A módszer lényegében a régi maradt, haladás két irányban tapasztalható: Landolt ugyanis ellenőrzésképpen oly méréseket is végzett, melyeknél edényeinek

\* Verhandlungen der Naturforscher-Gesellschaft in Basel. 16. k., 441. l. (1903.)

\*\* Nuovo Cimento (5-ik sorozat) 8. k. (1904.)

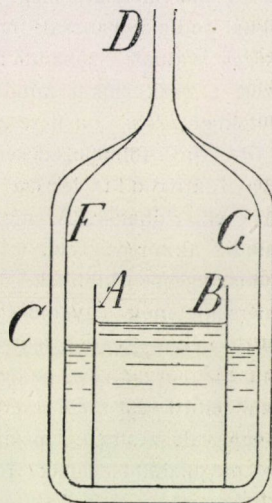
\*\*\* Sitzungsberichte der Königl. preuss. Akad 1906, 266. l. (febr. 15.)

mindkét szárában ugyanaz az anyag volt jelen s így az edény felfordításánál kémiai reakció nem ment végbe, ily módon akarván fogalmat alkotni a mérlegelések megbízhatóságáról.

A másik tökéletesítés az edények alakjára vonatkozik: az előbbi mérések-nél használt **U** csöveken kívül oly edényeket is használt, a melyeknek kereszt-metszetét a 2. rajz mutatja: a *DFG* (első) üveghenger *FG* fenekére az *AB* fölül nyitott (második) üveghenger volt forrasztva. Az első üveghenger felső részében *D* vékony csőben ment át, ezen keresztül lehetett a két különböző anyagot az első és második henger közti gyűrű-alakú részbe és a második henger bel-sejébe tölteni. Az első üveghenger a *C* u. n. *Dewar*-féle burokkal volt körül-véve; a *C* és *DFG* közti térből a levegő ki volt szivattyúzva. Midőn az edény meg volt töltve, *Landolt* a *D* nyílást leforrasztotta és az edényt *D*-vel felfelé a mérlegre helyezte: ha azt akarta, hogy a reakció végbemenjen, az edényt egy-szerűen *D*-vel lefelé fordította, a mire a két különböző anyag összekeveredett. Az egész berendezés előnye az előbbi fölött az, hogy a szabaddá lévő reakcióhő csak a belső (*DFG*) henger térfogatát változtatta meg, a külsőt azonban nem; minthogy a léghijas tér egyrészt a leg-jobb hőszigetelő s így a *C* henger nem melegedett fel, másrészt a *DFG* hőmér-séklet és nyomásváltozás okozta tágulása a *Dewar*-féle térben lévő csekély le-vegő nyomásában oly kis változást ho-zott létre, hogy e miatt *C* térfogata nem változott meg észrevehető módon.

*Landolt* mérlege egyike az e téren legtökéletesebb alkotásoknak: érzékeny-sége 500 g megterhelésnél milligram-monként 28 miliméter egy a mérleg-től 3 méternyi távolságra felállított és tükör és távcső segítségével leolvasott skálán.

*Landolt* figyelmerészletesen kiterjedt mindazokra a körülményekre, a melyek mérési hibákra vezethetnek. Itt e zavaró körülmények tárgyalásába nem bocsát-kozunk és csak egyszerű felsorolásukra szorítkozunk. E zavaró körülmények a következők: a mérleg két karjának egyen-letes fölmelegedése, a két kar különböző hőmérséklete, a megterheléseknek egyen-lőtlen elhelyeződése a mérleg csészéin, a reakcióedények fölmelegedése, az edé-nyek külső felületére lecsapódó vízhártya,



2. rajz.

végre az edények térfogatváltozása a bel-sejükben bekövetkező nyomás változása miatt.

E sok zavaró körülménynek egyen-kinti számbavétele nem igen lehetséges és ezért végzett *Landolt* 19 mérést oly anyagokkal, melyek keveredésénél kémiai reakció nincs (víz—víz, víz—paraffin, víz—higany stb.); a tapasztalt súlyváltozások — 0.024 és + 0.015 milligramm között ingadoztak, míg egy-azon tárgy ismételt lemérésénél a legna-gyobb eltérés  $\pm 0.015$  mg volt. *Landolt* e szerint bőven akarván számítani,

méréseinek maximális hibáját 0.03 milligrammnak tekinti, 500 g le mérésénél a pontosság tehát egy tizenötmilliomod volna, körülbelül az a pontosság, melylyel E ö t v ö s a nehézségi gyorsulásnak az anyagtól való függetlenségét kimutatta.

Hogy mindamellett a mérlegelési eljárás megbízhatósága mennyire kérdéses, talán legjobban L a n d o l t -nak ama számításából derül ki, melyek szerint egy *ezred* Celsius-foknyi különbség a mérlegkarok hőmérsékletében a mérlegelés eredményét 0.01 mg-mal változtatja meg. Chemiai reakcióknál pedig ugyancsak nagy hőmennyiségek válnak szabaddá: L a n d o l t ezért a reakciókat mindig igen kis részletekben *két napon* keresztül végeztette, 50–70-nyi fölmelegedések azonban maga L a n d o l t leírása szerint sem voltak elkerülhetők. A mérlegelést ugyan mindig akkor végezte, midőn az edények már egészen kihűltek, de a két kar hőmérsékletének egyenlősége így sem lehetett néhány ezred, sőt század fokig sem biztosítva. Az pedig, hogy a reakció előtti és utáni mérlegelést néhány nap választotta el, megint csak a mérés megbízhatóságának rovására történt.

L a n d o l t tizenhárom különböző reakcióval, melyek között elektrolízis és oldási jelenségek is előfordultak, 54 kísérletet végzett; ezek között 42 kísérletnél mutatkozott súlycsökkenés, 12-nél súlynövekedés, mely azonban 0.019 milligrammnál sohasem volt nagyobb, úgy hogy kísérleti hibának minősítendő. A kísérleti hibáknál nagyobb súlycsökkenést kapott L a n d o l t ezüstnitrát (vagy szulfát) és ferroszulfát ( $FeSO_4$ ) reakciójánál, még pedig 9 kísérletnél 0.068–0.199 milligrammot, továbbá jódsav és hidrogénjodid ( $HJO_3$  és  $HJ$ ) reakciójánál 0.047–0.177 milligrammot ugyancsak 9 kísérletnél.

Az említett zavaró körülményekre való tekintettel e mérések sem bizonyítják kétségtelenül, hogy chemiai változásnál tömegváltozások vannak.

### III. A Joly-féle eljárás a tömeg megmaradásának ellenőrzésére.

A mérleggel végzett mérésekből mindezenetire az olvasható ki, hogy még ha a chemiai reakcióknál van is tömegváltozás, e változás legfeljebb a mérlegek mai érzékenységi határai körül fekszik, úgy hogy szigorú és kétségtelen kimutatása mérleggel alig lehetséges. Továbbá a mérleg mindig csak a tömeg és nehézségi gyorsulás szorzatát szolgáltatja s így kívánatosnak látszik oly módszer kidolgozása, melynél magának a tömegnek változását a nehézségi gyorsulástól függetlenül lehet meghatározni.

Ily módszert dolgozott ki J. Joly, a dublini egyetemen a geológia tanára, a ki méréseinek eredményét 1903. január 20-án terjesztette elő a dublini tudós társaságnak

Eljárásának elve a következő:

A Földnek a Nap és tengelye körüli mozgása folytán az összes földi testek bizonyos közelítőleg egyenletes sebességgel mozognak,\* legyen e sebesség  $v$ . Két anyagnak összes tömege, melyekkel chemiai reakciót akarunk végeztetni, legyen  $M$ ; tegyük fel, hogy a chemiai reakciónál  $m$  súlyvesztés következik be, akkor, minthogy a két anyag összes eleven ereje változatlan marad, a sebes-

\* A Nap körüli mozgás sebessége  $29 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$ , a tengely körüli forgás sebessége pl. Budapes-  
ten kb.  $\frac{1}{3} \frac{\text{km}}{\text{sec}}$ , marad tehát egy közelítőleg a Föld pályájának érintőjébe eső sebesség, mely kb.  $29 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$  és déltől éjfélig 2 százalékkal változik meg.

ségnek kell megfelelő ellenkező változást szenvedni. Ámde ha sebességváltozás van, akkor az illető test gyorsulást szenved, tehát úgy viselkedik, mintha egy erő hatna rá *az alatt, míg a reakció végbe megy.*

Ezt az erőt akarta J o l y kísérletileg kimutatni s így következtetni visszafelé a bekövetkezett tömegváltozásra *m*-re.

Az eleven erő állandósága a reakció előtt és reakció után, ha *V*-vel jelöljük a reakció utáni sebességet, a következő egyenletben fejezhető ki :

$$\frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{2} (M - m) V^2$$

Ez így is írható :

$$m V^2 = M (V^2 - v^2) = M (V + v) (V - v)$$

azaz

$$M (V - v) = \frac{m V^2}{V + v}$$

Minthogy *V* csak igen kevéssel különbözik *v*-től, e betűk mindenütt felcserélhetők, csak ott nem, a hol e két mennyiség különbsége szerepel, tehát

$$M (V - v) = m v$$

Ha a reakció *t* ideig tartott, akkor az *m* tömegváltozás alatt a *M* tömegű testre a

$$M \frac{(V - v)}{t} = m \frac{v}{t} = E$$

erő hat közel a Föld keringési sebessége irányában.

Ezt az *E* erőt J o l y torziómérleg segítségével mérte le. Minthogy a *E* erő vízszintes összetevője délben és éjfélkor a legnagyobb, J o l y éjfélkor vagy délben megfigyelt egy torziómérleget, melynek egyik karjára volt függesztve két egymáshoz helyezett edénybe, az a két anyag, melyekkel a reakciót végeztetni akarta, a másik karon pedig megfelelő ellensúly lógott. Alkalmas berendezéssel elérte, hogy a reak-

ció az anyagok közt szép lassan végbe ment ; ha ekközben tömegváltozás következett volna be, akkor a reakció ideje alatt a mérlegkar egyik végére az *E* erőnek vízszintes összetevője hatott volna, a mely erő forgató nyomatéka a torziómérleget előbbi egyensúlyi helyzetéből kimozdította volna.

Ez az *E* erő csak a reakció ideje alatt hat, tehát a torziómérleg ki fog térni eredeti helyzetéből, azután azonban oda ismét visszatér. Ha a reakció folytán megváltozott volna az anyagra ható Földvonzás gyorsulása is, akkor ez is kitéríti az eszközt egyensúlyi helyzetéből, úgy azonban, hogy a torziómérleg most már ezen új helyzetében meg is marad.

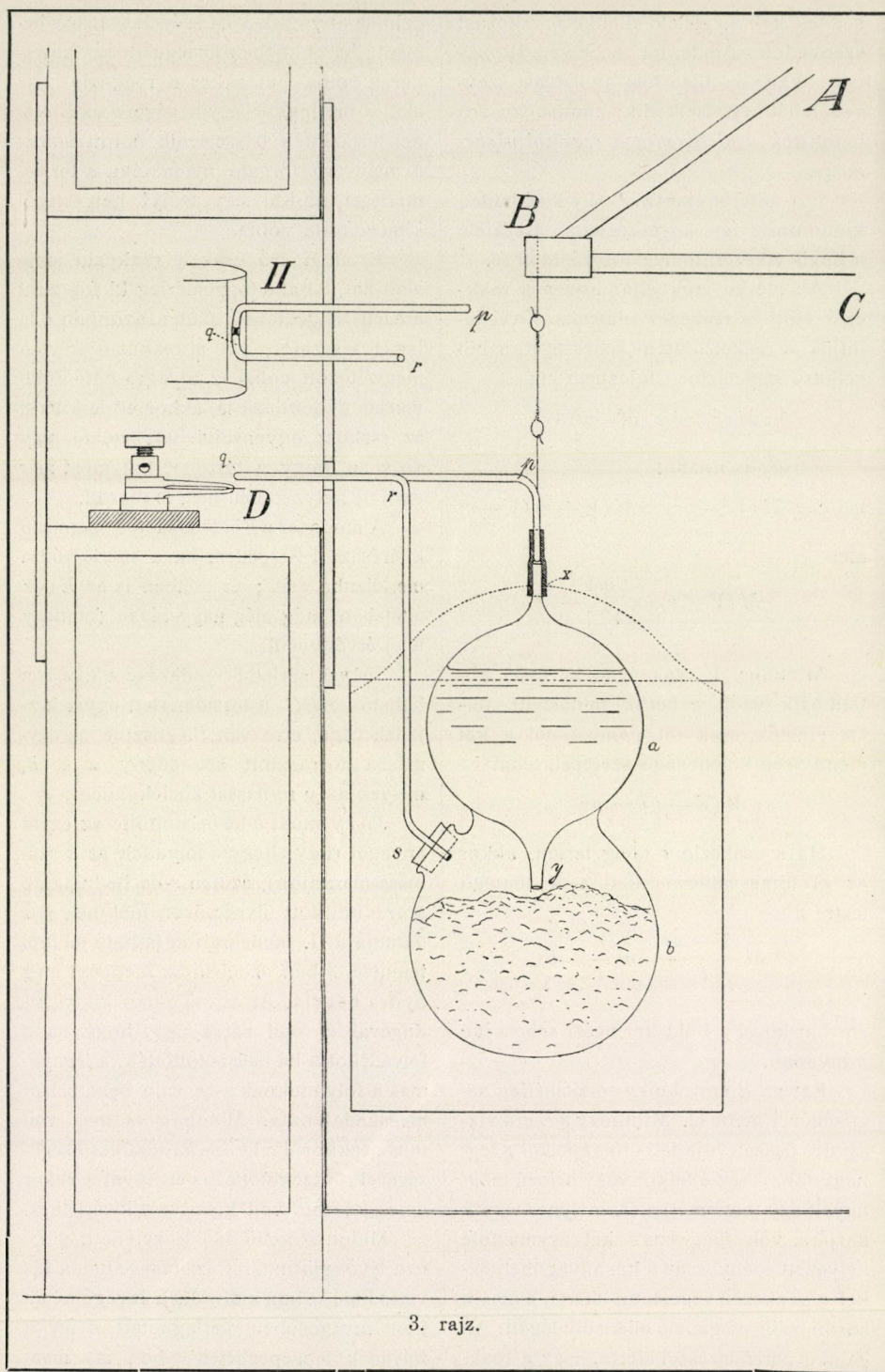
A módszer a Földvonzástól származó kitérésektől független, ha a mérlegrúd a meridiánba esik ; ez esetben is az *E*-nek általában még elég nagy része (mintegy fele) érvényesül.

J o l y kísérleti berendezése a 3. rajzon látható : *ABC* a torziómérleg egyik karjának vége, erre van függesztve az egymásba forrasztott két edény *a* és *b*, melyek az *y* nyílással közlekednek.

J o l y most *b*-be beletöltötte az egyik anyagot (úgy, hogy a folyadék az *a* számára maradjon), azután *s*-be bedugta az *srqpx* hajlított üvegcsövet, melynek *pqr* darabja a II. mellékrajzon látható felülről tekintve, *x*-ben azonban az *a* edényt még nyitva hagyta. Az *xs* cső *q*-ban kis viasz dugóval el volt zárva úgy, hogy ha a folyadékot *a*-ba bele is töltötték, a légnyomás a folyadéknak *b*-be való behatolását megakadályozta. Midőn *a* is meg volt töltve, akkor J o l y kis kaucsukcső segítségével összekötötte *xs*-et *a*-val s ekkor az eszköz elő volt készítve a kísérlethez.

Midőn a kellő idő közeledett, a *D*-ben lévő platinadrót izzítása által a kis viaszdugó *q*-ban kiolvadt, a levegő a hajlított üvegcsőben keringhetett s így a folyadék lecsepeghetett *b*-be ; így men-







végbe a reakció. Ezalatt Joly megfigyelte a torziómérleg járását. Az eszköz annyira érzékeny volt, hogy 0.04 din erőt a mérlegrúd végén még észre lehetett venni. Joly kiszámította, hogy ha a Heydweyller által megállapított súlycsökkenések valóban tömegváltozásnak volnának betudandók, akkor 0.64 din volna a nyilvánuló erő, ha a reakció egy óra alatt ment volna végbe; ez tehát az ő eszköznél már jól mérhető volna.

Bármily szellemesen gondolta is ki az eljárást Joly, a kísérleti kivitel nem volt oly tökéletes, hogy mérései végleges eredményeket szolgáltatassanak. Az egész lengő szerkezet nem volt elég jól védve külső hatásoktól úgy, hogy az egyensúlyi helyzet nem volt állandó, hanem folyton lassú eltolódásoknak volt kitéve. Joly a mérést úgy végezte, hogy a »járást« megfigyelte s azután azt vizsgálta, mennyire változik a járás a reakció folyamán. Persze így csak inkább minőségi eredményeket nyerhetett, a tényleg működő *E* erő nagyságát azonban nem tudta pontosan lemérni.

Joly 14 különböző kísérletet végzett, melyeknél az alsó edénybe állandóan 25 g rézgálicot, a felsőbe pedig felváltva 25 köbcentiméter vizet és hígított sósavat helyezett: tulajdonképpen tehát nem is kémiai reakciókat, hanem oldási jelenségeket figyelt meg. Ha az oldódás tömegcsökkenéssel járna, akkor délben az *E* erő iránya keletről nyugot felé mutat, és valóban 10 déli kísérlet közül 7 esetben a torziómérleg egész határozottan nyugot

felé tért ki, egy esetben bizonytalan nyugoti, egy esetben bizonytalan keleti és egy esetben semmiféle kitérés se mutatkozott. Éjfélkor a tömegcsökkenés keleti kitérést létesít: a négy éjféltől közűl azonban csak egy mutatott határozott keleti kitérést, kettő bizonytalan keleti és egy pedig bizonytalan nyugoti kitérést jelzett.

Végeredményben tehát ismét nincs egyetlen kísérlet sem, mely tömegnövekedéssel járna, azonban a tapasztalt tömegcsökkenések mind messze maradnak a Heydweyller-Landolt által tapasztalt tömegcsökkenések mögött.

Tekintve a torziómérleggel végezhető mérések rendkívüli érzékenységét, igen kíváncs volt, ha Joly — a mint értekezésében jelzi — kísérleteit tökéletesebb berendezéssel megismételné. Másrészt Landolt vizsgálatait a charlottenburgi Physikalisch-Technische Reichsanstaltban folytatni fogják, bár nem igen várható, hogy a mérleggel végzett mérések pontossága még jelentékenyen növelhető volna.

Összefoglalásképpen tehát annyit mondhatunk, hogy eddig még nincs oly kísérleti tény, mely egész biztossággal a tömeg megmaradása ellen szolgálna tanubizonyisággul s így nem is szükséges azokat a — gyakran elég kalandos — föltevéseket ismertetni, a melyeket némelyek ez állítólagos tömegcsökkenések magyarázatára, főleg elektronok és éteratómok bevonásával, kieszellek.

DR. ZEMPLÉN GYÖZÖ.

## Az agyag képződése.

Az agyag, mint a kovasavas aluminiumban dús kőzetek mállási terménye nagy mennyiségben fordul elő a természetben. Legfontosabb anyakőzetei a kovasavban és aluminiumban gazdag földpátok, úgymint: az orthoklasz és az oligoklasz, valamint azon összetett kőzetek, a melyeknek ezek a földpátfajok lényeges alkotórészei, ilyenek: a gránit, szienit, granulit, felszítporfir és a trachit. Ezen kívül még mint számos más kőzet mállási terményével is találkozunk; ilyenek: a gnájsz, agyagpala, fillitek stb.

Ezen összetett kőzetek legfontosabb agyagképző alkotórészei rendszeren a *földpátok*, melyek legkevésbé tudnak a légbeliek hatásának ellentállni és e kőzetek elmállását is bevezetik, míg a többi elegyrészek: mint a kvarcz, csillám, amfiból stb. közül a kvarcz éppen nem, a többi pedig csak igen lassan mállik el, és ép állapotban maradvá, vagy mint ilyenek, vagy pedig elmállva. kevés agyaggal és különböző mállási terményekkel:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{FeCO}_3$  és  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -mal keverik, tisztátlanítják már a keletkezés alkalmával az agyagot, mely a természetben előforduló rendkívüli nagy változatosságát annak köszöni, hogy egyrészt a különböző anyakőzetek még el nem mállott törmelékeivel, másrészt, hogy az elmállott részek különböző mállási terményeivel van bensőleg keveredve.

A kőzeteket: 1. a hőfokváltozások, 2. a víz, 3. a levegő oxigénje, 4. a levegő

szénsava, és 5. az organikus anyagok megtámadják; ennek következtében lassan megrepedeznek, és chemiailag megváltoznak. A víz az oldható új terményeket kilúgozza, a vízben oldhatatlan anyagok visszamaradnak, s a többé-kevésbé tiszta agyagfajokat létesítik.

A kőzetek átalakításában a légbeliek részben mechanikailag, részben chemiailag vesznek részt: Az egyes hatások az ásványok és a kőzetek különféle természete szerint, miként a következőkben látni fogjuk, különfélek.

### 1. A kőzetek elmállásáról általában.

1. A hőfokváltozások a kőzetek elmállását nagyon elősegítik. A hőfok-emelkedés az egyes kőzeteket kitágítja, csökkenése pedig összehúzza, tömöttebbé teszi. A napsugarak a kőzeteket természetesen nem melegíthetik át egész tömegükben egyenletesen, kitágulásuk, összehúzódásuk ennek folytán szintén egyenletlenül történik, minek következtében tömegükben feszültség áll elő, mely a kőzeteket megrepeszti. E repedések a levegő vízgőzét s vele együtt a különböző gázokat magukba veszik, s azokat a kőzet belsejébe vezetik, úgy hogy a kőzetek legkisebb részecskéi érintkezhetnek velők, s hatásukra lassan teljesen átalakulnak.

A kőzetek a Nap melegével szemben, színük, külső felületük és tömörségük

szerint különféleképpen viselkednek, például a sötét színű ásványok a meleg sugarakat mind elnyelik, tehát gyorsabban melegszenek át, de gyorsabban le is hűlnek, mint a világos színű ásványok, melyek éppen ellenkezőleg viselkednek. A sötét vagy világos színű ásványok fény- és melegelnyelő tehetségét azok érdes vagy síma felülete szintén módosíthatja, úgy hogy az érdes felületű ásványok, ha világos színűek is, már gyorsabban átmelegedhetnek.

Az összetett kőzetek, melyek különböző színű és felületű ásványok keverékéből állhatnak, a Nap melegével szemben ismét másként viselkednek. A sötétebb és érdes felületű elegyrészek ugyanis gyorsabban melegednek föl, mint a világos és síma felületűek; az ily összetett kőzetek elegyrészei ugyanazon a hőfokon különbözőképpen terjednek ki és húzódnak össze; a feszültség a kőzet tömegében sokkal nagyobb lesz, mint az egynemű kőzetekben, minek következtében a repedések hálózata nagybodván, elmállásuk is gyorsabb és tökéletesebb lesz, mint amazoknál. A hőfok szintén másként hat az egynemű vagy egészen tömött, és ismét másként a kristályos, leveles stb. szövetű ásványokra. Az egynemű ásványok gyorsabban melegszenek föl s hűlnek le, mint a nem egyneműek.

Két kőzet közül, melyeknek alkotórészeik ugyanazok, az, a melyik durva szemecskés szövetű, tehát a melyben az elegyrészek színekülönbsége inkább szembe ötlik, hamarabb mállik el, mint az, melynek elegyrészei finomabb szemecskéjűek. Például az oligoklasz és az amfibólból álló : *diorit* szemecskés és tömött változatai közül a durva szemecskés szövetű *diorit*, a labradorit és augitból álló : *dolerit* és *bazalt* közül pedig a durva szemecskéjű *dolerit* fog gyorsabban elmállani. A hőfokváltozás tehát mechanikailag segíti

elő az ásványok mállási folyamatát; e mellett azonban a hőfok emelkedése az ásványrészecskék chemiai átalakulását is nagyban elősegítheti.

2. A víz szerepe az ásványok átalakulásánál kettős, úgymint *mechanikai* és *chemiai*. A vízben oldható ásványokat vagy elegyrészeket feloldja, tovább viszi; az iszapolható földes kőzeteket, melyek esetleg a felette álló sziklatömegek támaszául szolgálnak, elviszi és azok csuszamlását, leszakadását okozza. A vízben oldhatatlan sziklákat, a magával hurczolt kötőrmelék segítségével folyton horzsolva, lesimítja, mint patak, folyam, szemünlátára rövid idő alatt egész vidéket átalakít stb. A víznek mechanikai szerepe sokféle, és hatalmas geológiai változásokat idézhet elő. A kőzeteknek agyaggá való átalakításánál azonban egyik legfontosabb mechanikai szerepe abban áll, hogy a kőzetek repedései közé jutva, ott megfagy és kitágulva a kőzeteket szétrepesztí, elporlasztja, miáltal azok egyre nagyobb felületen érintkezhetnek a légbeli tényezőkkel. Ezen esetben a víz hatása tisztán mechanikai.

Az anhydritet a levegő nedvessége lassan gipszszé alakítja. Az anhydrit és gipsz  $\text{Ca-}$  és  $\text{SO}_4$ -tartalma ugyanaz; a chemiai különbség a két ásvány között az, hogy a gipsznek kristályvize van. A víz ebben az esetben nem végzett a szó szűkebb értelmében chemiai hatást; mert hisz az anhydrit vegyi összetételén semmit sem változtatott, csakis két molekulával csatlakozott az anhydrit összetételéhez, miközben azonban az ásványt mégis teljesen más ásványnyá alakította át. A víz közreműködésével változik át a ferrooxid vasoxidhidráttá. Ekkor a ferrooxid a nedves levegőn vizet és oxigént köt meg, hogy belőle vasoxidhidrát keletkezhessenek.

A most említett két eset közül az első részben mechanikai, részben che-

miainak mondhatjuk, míg a másodikat inkább kémiai természetűnek minősíthetjük, mert oxidációs folyamattal kapcsolatos.

3. A levegő oxigénje, oxidáló hatásánál fogva érvényesül, és nevezetesen vegyi átalakulásokat idéz elő, melyek közvetett úton hathatnak az agyag képződésére. Az agyagképző kőzetek ugyanis legnagyobbbrészt tartalmaznak ferrooxidot, mely oxidálódván földes, lazább természetű ferrioxiddá alakul át és így a kőzet elmállását mintegy megindítja. Oxidálás következtében savak (kénsav, humuszsav stb.) keletkezhetnek, melyek a márgák szénsavas mésztartalmát kioldhatják és a márgákat közönséges agyagokká alakíthatják át.

4. A levegő széndioxidja az eddig említett tényezők között, az ásványok és kőzetek mállásánál a legfontosabb szerepet viszi. A szénsav a levegőnek 0.04 térfogatszázaléka. A víz közönséges nyomáson és hőmérsékleten körülbelül saját térfogatával egyenlő térfogatú  $\text{CO}_2$ -t tud elnyelni. Az ásványos vizek, a forrás- és talajvizek, valamint a levegő nedvessége is mindig tartalmaznak széndioxidot. Ha a széndioxid-tartalmú víz kőzetekkel és ásványokkal huzamosabb ideig érintkezhetik, több s több ásványrészt old ki s így azokban lassanként lényeges változásokat idéz elő. A szénsavtartalmú víz ugyanis igen sok, tiszta vízben oldhatatlan ásványt vagy sót tud feloldani, melyeket később, ha t. i. szénsavától ismét megfosztatik, másutt újból lerakhat. Így oldódnak benne: az összes karbonátok, az összes foszforsavak, sőt némely fluorsók és szilikátok. Ezen sókat kezdetben csak mechanikailag oldja, később azonban, ha azok sokáig oldva maradhatnak benne, kémiaiilag is átalakítja és karbonátokat készít belőlük, úgy hogy szerepe ekkor kettős: mechanikai és kémiai lehet.

A kalciumtartalmú szilikátok különösen nagyon érzékenyek a szénsavtartalmú víz iránt. A kalcium szénsavval, vízben oldható kettős szénsavas mészevegyületet (kalciumhidrokarbonátot) képez s a víz mint ilyen a szabaddá lett kovasavval, vagy ennek legalább egy részével együtt könnyen kilúgozza az anyakőzetből. Ez a magyarázata annak, hogy a kalciumtartalmú földpátfajokat (labradorit és anorthit) a szénsavtartalmú víz könnyebben megtámadja, mint a kalcium nélküli ortoklaszt.

5. A növényeknek, különösen a moszatoknak szintén nevezetesen szerepet juttatott a természet a kőzetek elmállásánál. E moszatok spórái ugyanis a sziklákon megtapadnak, fejlődni, szaporodni kezdenek és csakhamar sötét színű bevonattal lepik el a sziklákat. Szerepük nemcsak kémiai, a mennyiben a termelt savanyú nedvek révén a felületét oldják, hanem mechanikai is, a mennyiben a sziklák síma felületét érdessé téve, a nedvességet megtartani segítenek; a víz pedig, mind a szénoxidgáz felvételét, mind a hőváltások hatását elősegíti.

Most foglalkozzunk azon kőzetek elmállásával, a melyek a természetben oly nagy mennyiségben és változatokban található agyagot szolgáltatják. Ezek a szilikátok, melyek a szerint, a mint kovasav mellett, fontos bazikus alkotó részképpen alumíniumot vagy magnéziumot tartalmaznak, alumínium- vagy magnéziumtartalmú szilikátokra oszthatók föl.

## 2. Az agyagot képző egyszerű kőzetek mállása.

Az alumíniumtartalmú szilikátok között legnevezetesebb agyagképző kőzetek a *földpátek*.

Úgy az alkalifém-tartalmú, kovasavban gazdagabb, mint a kalciumtartalmú, kovasavban szegényebb földpátokból,

szénsavtartalmú víz idővel az alkálifémeket és alkáliföldfémeket s szabaddá lett kovasavuk egy részét feloldja, kilúgozza, úgy hogy utoljára csak a kovasavas aluminium marad vissza, mely 2 molekula vizet vevén fel, a *kaolint* vagy a különféle *agyagnemeket* hozza létre. A különböző földpátfajok összetételük szerint erősebben vagy gyengébben állanak ellen azon külső hatásoknak, a melyek elmállásukat okozzák. A kovasavban gazdagabb ortoklasz, albit és oligoklasz a legnehezebben támadtatnak meg. A kalciumtartalomban gazdagabb szilikátok kevésbé állanak ellent, mint a kalciumban szegényebb fajok, mely utóbbiak között ismét a káliumtartalmúak szívósabbak, mint a nátriumtartalmúak. Csekély ferro-vastartalom azonban minden földpátfajra káros, mert könnyen oxidálódván, belőle a laza, földes természetű vasoxid keletkezik, mely a szilárd kemény földpátközetet vörösbarna színű földes bevonattal veszi körül, azt egyzsersmind meglazítja, a szénsav- és vízfelvételre s hatásra változékonyabbá teszi. A ferro-vastól mentes földpátokra a légbelieknek közvetlenül kell hatni, mi sokkal nehezebben és lassabban történik.

A szénsavtartalmú víz mindenekelőtt a kovasavas alkálifémtartalom egy részéből az alkálifémeket, mint kettős szén-savas káliumot vagy nátriumot oldja ki. A most felszabadult kovasav a még visszamaradt kovasavas alkálifémekkel többszörös kovasavsót alkot, melyet a szénsavtartalmú víz megbontani már nem, de feloldani képes, minek következtében kilúgozza és csak a kovasavas aluminiumot hagyja hátra.

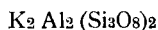
A kalciumtartalmú földpátokból a szénsavtartalmú víz a kalciumot, mint kalciumhidrokarbonátot, teljesen kioldja, miközben a felszabadult kovasavat is feloldja, kilúgozza s ismét csak lúgos kovasavas aluminiumot hagy hátra.

Az összes földpátfajok között az orthoklasz mállik el a legnehezebben; különösen áll ez azon tiszta válfajokra, melyeknek vegyi szerkezete a  $K_2Al_2(Si_2O_8)_2$  képletet közelíti meg a legjobban. Azon válfajok, melyek a kálium mellett többkevesebb nátriumot és ferrovasat tartalmaznak, már könnyebben változnak s mállási gyorsaságuk foka egyenes arányban áll ezen alkotórészek mennyiségével.

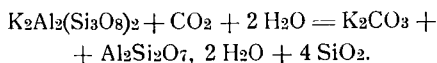
Nátrium- és ferrovastartalmú földpátok nedves levegőn állva fényüket csakhamar elvesztik s fehér színük elhomályosodván, sárgás, okker-vörös, sőt barnás színűek lesznek, felületükön nagyítóval jól kivehető apró repedések jelennek meg, melyek mindinkább mélyebben hatolnak be a földpát belsejébe. A tulajdonképpen mállási folyamat ezen repedések megjelenésével kezdődik, melyeken a szénsavtartalmú víz behatol, bennmarad s mindig bensőbben érintkezik a földpát részecskéivel. A mállás következő foka abban áll, hogy a földpát egész tömegében átnedvesedik, meglazul, majd a ferrovas ferrihidroxiddá alakul át és kiválik a földpát vegyi szerkezetéből, mely ezáltal meglazulván, a szénsav is könnyebben megkezdheti romboló hatását s mindenekelőtt a kovasavas alkálifémeket (előbb a nátriumot, azután a káliumot) bontja meg s alakítja át karbonátokká. A szénsavas alkálifémeket és felszabadult kovasavat, továbbá a még fel nem bontott alkálifém szilikátokat a  $CO_2$  tartalmú víz most feloldja, mindaddig lúgozza, míg végre csak laza, földes természetű, lúgos kovasavas aluminium: a *tiszta kaolin*, vagy vasoxid és a mechanikailag belekevert savanyú kovasavas alkálifémekkel tisztátalanított agyag marad vissza, mely a földpát felületét bevonja s a további teljes elmállást, nedvességet szívó tulajdonságainál fogva befejezi.

Tekintsük végig az orthoklasz mállásának folyamatát kissé részletesebben.

Az orthoklasz összetételét a következő képlet fejezi ki:



Ehez igen alárendelten, rendesen csupán nyomokban ferroszilikát is keveredhetik. Ha az orthoklaszra elnyelt oxigént és széndioxidot tartalmazó víz hat, akkor az alkálifémszilikát feloldódik és cserebomlást szenved oly módon, hogy káliumkarbonát és szabad kovasav keletkezik belőle. Az alumíniumszilikát visszamarad és 2 molekula vízzel adja a kaolint. A cserebomlás a következő egyenlet értelmében történik:



Az esetleg jelenlévő ferroszilikátot a víz elnyelt oxigénje vasoxidá alakítja át, miközben kovasav szabadul fel.

Az orthoklasz mállásának végterményei tehát az esetben, ha az orthoklasz vastól mentes, és az elmállás teljes, a következők: káliumkarbonát, kovasav és kaolin, ellenkező esetben *közönséges agyag* keletkezik, mely a kaolinon kívül még vasoxidot és el nem mállott kőzetmorzsákat is tartalmaz.

A mállásnak indult földpátban keletkezhet *kettős kovasavas kálium* (vagy nátrium) is, melyet a szénsavtartalmú víz, a széndioxid rovására kiold, mely hosszabb idő múlva lassan káliumkarbonáttá és oldható kovasavvegyületté alakul át. Az oldható káliumvegyület a növényzetnek lesz kitűnő tápláléka, vagy pedig, ha útjában más szilikátokkal találkozhatik, azok metamorfózisát idézheti elő.

Az orthoklasz magában véve nem fordul elő a természetben tömegesen, de más ásványokkal elegyedve, sok összetett kőzetnek fontos alkotórésze.

Legfontosabb társai:

1. a kálícsillám és a kvarcz.

2. Oligoklasz és albittal társulva a kvarcz és kálícsillám, majd a magnézíacsillám és amfiból, melyekkel a következő fontos kőzeteket alkotja:

a) Kvarczczal és magnézíacsillámmal alkotja: a granulitot és felszítporfirt.

b) Kvarczczal és kálícsillámmal: a gránitot, vagy a palás gnájszot.

c) Oligoklaszszal és amfibóllal a szienitet, végre

d) mint szanidin, a trachitoknak fontos elegyrésze. Ezen kőzetek dús földpát-tartalmuknál fogva mindannyian mint kitűnő agyagképző anyagok szerepelnek a természet háztartásában. Végre homokkőben is fordulhatnak elő orthoklasz törmelékek és hasonlóképpen található orthoklasz a homokban is, hol elmállván, a homokot a belőle keletkezett agyaggal agyagossá, a belőle oldott szabad kovasav vagy kovasavas és szénsavas alkálifémekkel pedig termékeny talajjá változtatja.

Az *albit* tiszta nátrium földpát, melynek mállási folyamata teljesen megegyezik az orthoklaszéval; nátriumtartalmánál fogva könnyebben és gyorsabban mállik el, mint az orthoklasz.

Az *oligoklaszban*, oxidra számítva, 8–10%  $Na_2O$  mellett 2–6%  $CaO$  is lehet s ennek következtében még könnyebben és gyorsabban mállik el mint az albit. A szénsavtartalmú víz először a kalciumszilikátot bontja meg és oldható kalciumkarbonáttá és oldható kovasavvá alakítja át, mely utóbbi a jelenlévő nátriumszilikáttal vegyülve, ezt savanyú szilikáttá változtatja, mely a szénsavtartalmú vízben szintén oldódik.

Az oligoklasz első mállási terménye tényleg tiszta kaolin, mely az oligoklaszt kívülről bevonja. Ha azonban a mállás későbbi terményét közelebről vizsgáljuk, azt találjuk, hogy az  $HCl$ -val pezseg,  $NaOH$ -os oldatából pedig sósavval kocsonyás kovasav válik le, vagyis szabad



kovasavat és  $\text{CaCO}_3$ -ot is tartalmaz. Ebből azt következtethetjük, hogy az oligoklasz mállásánál keletkezett első kaolinréteg, a későbbi mállási folyamat alatt keletkezett kalciumkarbonátot és a szabad kovasavat mint a szénsavas vízoldatokat mechanikailag visszatartja, s midőn a fölösleges oldóvíz elszáll, a karbonát és a kovasav a kaolinnal keveredve visszamaradnak. Az oligoklasz elmállásának végterményei között tehát szintén meg van a többé-kevésbé tiszta kaolin.

A *labradoritban* az alkotórészeket kovasavanhydrid és fénoxid alakjában fejezve ki: 53·56% kovasavat, 29·77% alumíniumoxidot, 12·17% kalciumoxidot, 4·5% nátriumoxidot találunk. Ezeken kívül nyomokban tartalmaz még: kálium-, magnézium- és ferrooxidot is. Az oligoklaszhoz hasonlóan mállik el, a mi te kintve nagyobb kalciumoxidtartalmát, nagyon könnyen és gyorsan megy végbe. A mállás végső terményei között ez esetben is megtaláljuk a tisztátalan kaolint.

Az *anorthit*, melyben 43·70% kovasav, 36·44% alumíniumoxid, 19·36% kalciumoxid van, a földpátok között kalciumban a leggazdagabb, kovasavban pedig a legszegényebb. Tömény sósavval főzve teljesen feloldódik. Nagy kalciumtartalma miatt a legkönnyebben és leggyorsabban mállik el és végterménye egy szénsavas kalciumtartalmú kaolin.

A *magnéziumtartalmú* szilikátokban az alumíniumoxid a magnéziumoxiddal szemben háttérbe szorul. Ezen ásványokban uralkodó fémek: a magnézium, kalcium, ferrovas és mangán; ezek mint agyagképző ásványok kevésbé fontosak. Bizonyos körülmények között az amfiból, augit, a mennyiben kevés timföldet is tartalmaznak mállásuk közben létesíthetnek kovasavban dús, vasoxidhidráttal okkersárgára festett közönséges agyagot, de sohasem kaolint.

A *csillámok* sokáig ellenállanak a külső hatásoknak és némely fajai csak igen nehezen mállanak el. Különösen a muszkovit, vagyis a kalicillám ellenállása nagy, míg a biotit, vagy magnéziacsillám könnyebben mállik.

Ha a csillámokra csak szénsavtartalmú víz hat, a levegő oxigénjének hatása pedig valamely oknál fogva elmarad, a csillámoknak magnézium- és ferroszilikát-tartalmát változatlanul lúgozza ki és ez *chlorit*- vagy *talk*-képződéshez vezethet.

A legfontosabb agyagképzőknek tekinthetők azonban azon összetett kőzetek, a melyeknek elegyrészt kovasavas alumíniumban gazdag és kalciumszilikátban szegényebb földpátfajok (orthoklasz és oligoklasz) alkotják. Ilyenek a gránit, szienit, granulit, felszit-porfirok és a trachitok.

Lássuk közelebbről ezen összetett kőzetek viselkedését, a légbeliek hatásával szemben.

### 3. Az agyagképző összetett kőzetek mállása.

A gránit rendszeren addig ép, a míg földpátjai épek. Az ép földpát üvegfényű s nem repedésszerű. Az ilyen gránit, különösen ha a szemek aprók, legtöbbször tud a légbeliek hatásának ellenállni. Legtöbb esetben azonban a földpát zavaros fehér, miből azonban nem következik, hogy a földpát anyaga megváltozott volna, mert még megvan a földpát keménysége és vegyi összetétele. Ha azonban e fehér állapot után a földpát vizet vehet fel, akkor megkezdődik a kaolinodálás. Ezen elváltozással megkezdődik a szemeknek széthullása s a gránitdarabképződés.

A gránit annál könnyebben mállik el: 1. mennél nagyobb szemecskéjű elegyrészekből áll, 2. mennél több oligoklaszt tartalmaz, 3. mennél több sötét színű csillám van benne.

Az orthoklasz-s káliumcsillámtartalmú gránitoknál az elmállást az orthoklasz, a sötét színű csillámot tartalmazó gránitnál azonban a biotit vezeti be. Orthoklaszban gazdag, káliumcsillámban szegény gránitok egyenletesebben mállanak el, mint a kálicsillámban gazdagabb féleségek.

Az agyag összetétele, mely a gránitok elmállása folytán keletkezik, nemcsak a gránittípusoktól, hanem más külső tényezőkötől is függ.

Ha például valamely mállásnak indult gránitot sok víz folyton moshat és tovaszapolhat, akkor abból nemcsak a vízben oldható alkotórészeket, hanem a keletkezett agyaggal a durva, el nem mállott gránitdarát, kvarcshomokot és csillámot is tovasziti. Útközben azután a durva alkotórészek elmaradnak, úgy hogy a finom agyag másodlagos helyen, mint tiszta, kövér és gyúrható agyag fog leülepedni, míg ha valamely földpátban gazdag és csillámban szegényebb gránitra csak kevés szénsavtartalmú víz hat, akkor a keletkezett agyagból csak a vízben oldható alkotórészek lúgozódnak ki, míg a mállás végterménye, egy első helyén fekvő, könnyen leiszapolható, az el nem mállott anyakőzet darájával: kvarcshomokkal és csillámmal kevert sovány kaolin, vagy porcellánföld leend.

Mindjárt itt helyénvaló lesz megemlíteni, hogy a porcellán-iparra nézve fontos, tiszta, jó minőségű kaolin nem a légbeliek (tehát nem a levegő és a csapadékvizek) hatására keletkezik a földpátból, hanem oly sajátos körülmények között, melyek csak bizonyos helyeken vannak meg, még pedig csakis vulkánikus vidékeken.

Jó kaolin keletkezésére nem elégséges az alkalmas földpátokat tartalmazó kőzetek jelenléte, mert azokból a légbeliek hatására sohasem lesz nagy tömegű tiszta kaolin-telep.

Kaolin-telep csak ott keletkezik, a hol régi vulkáni tevékenység utolsó hírnökeiként forró gőzök és gázok, vagy hévforrások törnek fel a föld mélyéből, a hasadékok mentén egész tömegükben átjárva a kőzeteket.

Ha a kőzet alkalmas földpátot (legalkalmasabb az orthoklasz) tartalmaz, akkor a posztvulkáni exhalációk és hévforrások hatására, ott a helyszínén, jó létre belőle a tiszta kaolin.

A *szenit*, mely főleg orthoklaszból (mellékesen oligoklasz) és amfibólból áll, úgyszólván csak szemecskés szövettel kiképződve ismeretes. Közeli rokona a gránitoknak, mert még a legjellemzőbbnek felvett Drezda melletti szenit is tartalmaz az amfibólion és kétféle földpáton kívül több-kevesebb biotitot, sőt kevés kvarcot is. A granittól lényegileg csak annyiban különbözik, hogy ebben a csillám és a kvarc, a szenitben pedig az amfiból uralkodik. Mállása közben az orthoklaszból, szénsavtartalmú víz hatására átalakult és oldható kálium- és kevés nátriumkarbonát, az oligoklaszból: kálium-, nátrium- és kevés kalciumkarbonát és szilikát, az amfibólból: kalcium és magnéziumkarbonát, továbbá szilikát és alkalifém-sók keletkeznek, melyek mint oldható alkotórészek kilúgozódnak, másrészt pedig a földpátból, mint oldhatatlan alkotórész: a kaolin, az amfibólból pedig mint oldhatatlan alkotórész: magnéziumszilikát és karbonáttal kevert, továbbá vas és esetleg mangánoxidhidrát által sárgára vagy barnára festett, kevésbé gyúrható tisztátlan agyag keletkezik. Ezen a szenit orthoklaszából és amfibóljából keletkezett agyagok keveredve, tisztátlan, okker- vagy borsárga, kevésbé gyúrható, száraz állapotban könnyen elporló, közönséges agyagot adnak.

A *gnájsz* nem egyéb mint palás szövetű gránit és majd a gránithoz, majd pedig a csillámpalához közeledik. Mál-

lása az elegyrészek minőségétől és viszonylagos mennyiségétől függ.

Az orthoklasz káliumcsillám-gnájsz lassabban és nehezebben mállik el, mint pl. az oligoklasz-biotittartalmú gnájsz. A földpátban szegényebb, csillámban dússabb gnájsz nehezebben mállik el, mint az, a mely földpátokban dússabb, csillámban pedig szegényebb. A csillámok minősége szintén módosítja a kőzet mállását, a mennyiben a biotit csillámos gnájsz pl. hamarabb és könnyebben indulhat mállásnak, mint a vasoxidban szegény, muszkovit csillámot tartalmazó gnájsz.

A gnájsz mállása rendszeren a földpát kaolinosodásával kezdődik, mely a kőzet elegyrészeinek összetartását megváltoztatja. E megváltozott palás rétegzet közé nyomult víz megfagyván, egy-egy erősebb tél után, a jég a gnájszot palás lemezekre választja szét; ezen lemezek ismét apróbb levelekre, majd pikkelyekre hullanak, míg végre apró gnájszpikkelyekből álló dara keletkezik, miből azután okkersárga vagy vörösbarna festett kvarcsezemecskékkel, gnájszpikkelyekkel, földpáttörmelékkel és csillámpikkelyekkel tisztátlanított agyag keletkezik.

A *granulit*, mely kovasavban dúss földpátoknak és kvarcoknak keveréke, mállás közben a tiszta kaolinhoz aránylag közel álló csakis kvarcshomokkal és az anyakőzet törmelékével kevert agyagot szolgáltat.

Eddig a szemecskés szövetű kőzetekről volt szó. Ezekről megkülönböztetjük a porfirós szövetű kőzeteket, melyeknek tömött, néha porcellánhoz, néha üveghez hasonló, különféle színű alapanyagjuk van. Az alapanyagban egyes földpát- és kvarcsezemecskék, továbbá amfiból-, augitkristályok stb. vannak kiválva. Ide tartoznak első sorban a *porfirok*.

Mállási folyamatuk, szövetük és különféle összetételük szerint változik:

1. Mennél tömöttebb, egyenletesebb az alapanyag, annál ellenállóbb a porfir.

2. Mennél nagyobb számú és szemecskéjű az alapanyagba ágyazott földpát, annál inkább ki van téve az ilyen porfir a hőfokváltozások romboló hatásának, mely ezen földpátszemecskéket lazává teszi s a levegő nedvességének hatását elősegíti.

A biotit-földpát porfirok között a plagioklasztartalmúak mutatnak legnagyobb hajlandóságot az elmállásra; ennek eredménye a tisztátalan kaolin, vagyis az agyag. A hol alunitos módosulat van, ott gyakran találunk kvarczitot és kaolint úgy kiképződve, hogy a szulfát elvesztvén a kénsavat és káliumot, kovasavdat hozzájárulásával kaolin keletkezik.

Beregszászon az alunitos módosulat mellett a kaolin nagy tömegben fordul elő. Muzsajban szintén az alunit mellett fordul elő kitűnő kaolin, mely *Kovássó* faluban fel is van tárva és bányászják is.

A kvarcban szegény, sok és nagy földpátkristályokkal behintett *felszítporfirok* mállása rendszeren a földpátszemecskék körül történik, hol egy kis, kaolinosodott gyűrű keletkezik, tehát kívülről befelé történik a kaolinosodás. A kőzet felszínén lévő elkaolinosodott földpátszemek kihullanak az alapanyagból, kis üregeket hagyván hátra. A víz ezekben a kis üregekben meggyűl, megfagy és a porfirsziklát megrepesztí, megváltoztatja, melyből további mállás következtében felszittörmelékekkel, kvarccsal, s félig kaolinizált földpátszemecskékkel tisztátlanított, sárgásbarna agyag keletkezik.

Porfirok, melyeknek alapanyaga oligoklasznak és kvarcoknak finom elegyből áll, néha egész tömegükben elváltoznak s elkaolinosodnak, a mi mellett külső alakjukat, porfirós jellegüket látszólag

megtartják s csakis belső tömegük, keménységük, vegyi szerkezetük árulja el metamorfózisukat, melynek végeredményeképpen megkeményedett, sok kovással bensőleg elegyedett, gyakran káliumkarbonátot tartalmazó agyagos kaolin, tulajdonképpen kaolinizált porfir keletkezik.

A *liparitok* és a *trachitok* a porfirok kőzetek második nagy csoportja, melyeknek kőzetei nagyon hasonlítanak a porfirokhoz, csak hogy későbbi kitörések eredményei. Tömör vagy érdes alapanyagban 1—2 földpátfaj, kvarcz, amfiból, augit, biotit és ritkán gránát lehet kiválva. A tulajdonképpen trachitokban orthoklasz, az andezitekben valami plagioklasz az uralkodó.

Mennél lazább a trachitok alapanyaga, annál gyorsabban mállanak. Az amfibóltartalmúak lassabban, a csillámtartalmú trachitok már könnyebben, és végre a porfirosak, ha sok szanidinkristályt tartalmaznak és likacsosak, a leggyorsabban alakulnak át.

A trachitok és andezitek néha gránátot is tartalmaznak. Ily trachit fordult elő többek között Ung-vármegyében, *Percsény* községben. E vidékről egy alkalommal agyag is került a kezembe, mely telve volt apró gránátkristályokkal.

Mint hogy Magyarországon a liparitok, trachitok és az andezitek az uralkodó porfirok kőzetek, ezért a leggyakrabban ezek mállási termékével találkozunk. Ez a mállási termék barna agyag, mely a trachitban levő földpátfaj és egyéb elegyrészek szerint különféleképpen módosulhat. Ilyen gyúrható, vöröses barna agyag például az is, melyet Tokajban és a Mátrában a nép *nyiroknak* nevez és ott a talajt is megkülönbözteti a vele nem

ritkán előforduló sárga földtől. Egy másik ránk nézve igen fontos módosulat még a *riolitos trachit*, melyen az egykor izzón folyós kőzet gyors lehűlésének nyomait, az üvegesedést és folyási szövetet jól lehet észlelni. Magyarország igen gazdag riolitos kőzetekben, a melyek, mint a legújabb vizsgálatok kiderítették, az északkeleti Kárpátokban előjövő legtisztább kaolinfajokat, az úgynevezett *riolitos kaolinokat* szolgáltatják, például az ung-vármegyei *laborcyszögi* (*Sztrajnyán*) kitűnő fehér színű, kövérebb és a *bercsényfalvi* (Dubrinics) igen sovány porcellánföldek, és a *tekibányai* fehér agyag, melyeket ma már a honi iparban meg lehetőszen alkalmaznak. Ugyancsak riolitból keletkezett a bercsényfalvi, beregszászi, muzsalyi és a kovászói kaolin is. Mindezeknél az előfordulásoknál a posztvulkáni működésekben kell keresnünk a kaolinosodás okát. A palás kőzetek közül a gnájsz mállásáról már volt szó. Ide tartozik még a *csillámpala*, a *fillit*, az *agyagpala* stb. legnagyobb részt csillámban gazdag kőzetek, melyek ennél fogva sokáig ellenállnak a légbeliek hatásának. Elmállásuk különbözöképpen történik, melynek lefolyását bajos követni és meghatározni, minthogy egyeseknek, pl. az ősz-agyagpalának elegyrészeit is nehéz pontosan megállapítani. Általában mondhatjuk, hogy a csillámokban dús palás kőzetek mállásának végeredményét nem tarthatjuk igazi kaolinnak vagy agyagnak, hanem kevés kvarczhomokkal, csillámmal, chlorittal, amfibóllal és grafitallal tisztátlanított, s földpáttartalmuk mennyisége szerint: majd kövérebb, majd soványabb, zöldes szürke, szürkés-fekete, esetleg okkersárga, vörösbarna agyagos földnek.

## A korcsok formálódásának törvénye.

Az öröklékenység tényéről nap-nap mellett van alkalmunk meggyőződést szerezni. Tudjuk, hogy az utód öröklí az apa és anya tulajdonságait; egyszer az apáéból többet, máskor az anyáéból. Bizonyos esetekben majdnem egyformán mindakettőét. De azt is tudjuk, hogy az utód jellemző bélyegeinek kialakulására igen lényeges hatással vannak korábbi ősei is, egyes esetekben pedig nem is szüleihez hasonlít, hanem valamely régebbi elődjére üt vissza. Ezek az u. n. *atavizmus* esetei. A házi galambokról pl. ismeretes, hogy néha akad köztük egy-egy olyan példány, mely szinte hajszálíg meg-egyezik a szirti galambbal (*Columba livia*), melyről tudjuk, hogy a mai házi galamb számtalan változatának volt közös őse.

Bár az öröklés jelenségét mindennap megfigyelhetjük, mégis lényegének megismerése felé az első lépést is alig tettük meg. A kérdés tisztázása érdekében végzett rengeteg munka nem eredményezett egyebet néhány többé-kevésbé szellemes feltevésnél. Bizonyosságul szolgál a biológiai tudományok történetének ama szakasza, mely Wolff-tól Darwin-on át Galton-ig és Weismann-ig terjed. Annál értékesebb Mendel fölfedezése, mert ez mindaddig az egyetlen pozitív eredmény, melyet az öröklékenységtana terén egyáltalában fel tudunk mutatni s fontosságát még növeli az a körülmény, hogy matematikai pontosságot derít ki oly területen, melyen látszólag csak a vak véletlen uralkodik. Bateson

úgy véli, hogy a Mendel-féle törvény méltán sorakozik ama törvények mellé, melyek a chemia atóm-elméletének szolgálnak alapul. De óvakodjunk a túlzástól, nehogy csalódás érjen bennünket: Mendel felfedezése se visz közelebb bennünket az öröklékenység titkának megértéséhez, csupán bizonyos szabályszerűségeit tárja elénk, az atavizmus egyes eseteit teszi megfoghatóbbakká és arra nézve ad pontos felvilágosítást, hogy a szülők jellemző bélyegei miképpen viselkednek az egymásra következő nemzedékek során. Nyilvánvaló, hogy e ponton igen közről érinti a mai biológia másik nagy kérdését, a fajok keletkezésének kérdését. Az újabb vizsgálatok a Mendel-féle törvény érvényességének határát szűkebbre szabták ugyan, mint a hogy Mendel hitte, de még így is kétségtelenül igazuk van azoknak, a kik e fölfedezést a legnagyobbnak tartják azok között, a melyek valaha az átöröklés terén történtek.

Mendel a nevről elnevezett törvényt különféle növényfajták, első sorban a borsó egyes változataival végzett keresztezési kísérletei során fedezte fel. Első dolgozata 1866-ban jelent meg\*, tehát abban az időben, midőn a Darwin tanítása érdekében vívott első harcok az egész tudományos világ figyelmét lekötötték. A fölfedezés nem is kel-

\* Versuche über Pflanzen-Hybriden. Verhandl. des Naturf. Vereines in Brünn IV. köt.

tett feltűnést, csakhamar elfelejtették és így a későbbi átöröklési elméletek egyike se lehetett mélyebb hatással. Sajátoságos véletlen következtében 1900-ban három botanikus, de Vries, Correns és Tschermak egyszerre közölte keresztezési kísérleteinek eredményét, melyek lényegükben Mendel vizsgálatainak eredményeivel egyeztek meg. A kérdés irodalma ez idő óta tetemesen felszaporodott, főképpen botanikai része. A zoológiai irodalom még kevés ide vágó, döntő érvényességű bizonyítékkal rendelkezik, de a meglévő adatok azt bizonyítják, hogy a Mendel-féle törvény a zoológia terén is alkalmazható.

Hosszú ideig az volt az általános vélemény, hogy a különböző fajok keresztezéséből származó korcsok, hibridek, bélyegeinek kialakulását semmiféle törvény sem szabályozza, mert a hibridek bélyegei a szülők bélyegei által kijelölt határok között a fejlettségnek a legkülönbözőbb fokozatait mutatják s átörökölhetőség szempontjából ugyanazon szülő különböző bélyegei is eltérően viselkedhetnek, vagyis abból pl., hogy valamely hybrid egyik szülőjének valamelyik bélyegét változatlanul, vagy majdnem változatlanul átörökli, nem következik, hogy ugyanazon szülő egyéb bélyegeit is épp oly fokban örökli, hanem azok esetleg a másik szülőével egyeznek meg, vagy a két szülő megfelelő bélyegei között valamely átmeneti fokozatot képviselnek. Képzeltető, hogy mily bonyolult foglalatja lehet az apa és anya együttes tulajdonságainak az a hybrid, a melynek szülei sok bélyegben térnek el egymástól; a dolgot még bonyolódottabbá teszi az a körülmény, hogy ugyanazon hybrid-nemzedék egyes egyedei is igen lényegesen eltérhetnek egymástól.

A zűrzavar valóban tökéletesnek látszik, de csak addig, a míg a bélyegek

összességét nézzük, és menten világosabban látjuk a szabályszerűséget, mihelyest az összességet alkotó elemeket egyenként vonjuk vizsgálódásunk körébe.

Nézzük először azt a legegyszerűbb esetet, a mikor a szülők csak egy bélyegben térnek el egymástól, vagyis a mikor csak egy bélyegpár viselkedéséről lévén szó, az eligazodás a legkönnyebb. A legkitűnőbb példát erre a borsó szolgáltatja, melylyel, mint említettem, Mendel végezte legelső kísérleteit.

Mendel a különböző borsófajtákat előzetes kísérleteknek vetette alá annak megállapítása céljából, hogy vajjon állandó formák-e, vagyis hogy egymás közt keresztezve minden esetben önmagukhoz hasonló utódokat hoznak-e létre? Csak miután a fajok, illetőleg egyes jellemvonásaik állandó voltáról meggyőződést szerzett, kísérletezett velük tovább. E formákat, melyek tehát csupán egy bélyegben tértek el egymástól, keresztezte. Mindjárt a legelső keresztezési kísérleteinél felismerte, hogy az illető bélyegek nem lehetnek egyenlő értékűek, mert a hibridek első nemzedékének összes tagjai csak az egyik szülő bélyegét örökölték. Ha pl. két olyan borsófajtát keresztezett egymással, melyek közül egyiknek a magvai gömbölyűek és majdnem teljesen simák, a másikéi pedig szögletesek és mélyen ránczoltak voltak, a korcsok kivétel nélkül gömbölyű és sima felületű magvakat hoztak létre; sárga és zöld szílevelű szülők utódai mind sárgák; vörös virágú és szürkésbarna maghéjú, továbbá fehér virágú és fehér maghéjú szülők hybridjei pedig mind vörös virágúak és szürkésbarna maghéjúak voltak. Mendel azt a bélyeget, a mely az első hybridnemzettségben egyedül jut kifejlődésre, *uralkodó* (*domináns*), a másikat *lappangó* (*recessív*) *bélyeg*-nek nevezi. Két ily hybrid keresztezéséből származó utódok, tehát a második hybridnemzedék, azonban részben



az uralkodó, részben a lappangó bélyeget viseli, még pedig  $\frac{1}{4}$  része a lappangót,  $\frac{3}{4}$  része az uralkodót, a két alak arányszáma tehát 3 : 1.

A szabályszerűséget a következő adatok igazolják :

1. *A magvak alakja.* 253 hybrid a második nemzedékben 7324 magvat érlelt. Ebből gömbölyű volt 5474, szögletes 1850. Arány 2:96 : 1.

2. *A sziklevelek színe.* 258 növény 8C23 magot érlelt, ebből 6022 sárga, 2001 zöld. Arány 3:01 : 1.

3. *A virág és magháj színe.* 929 nö-

vény közül 705 vörös virágú és szürkés-barna maghájú, 224 fehér virágú és fehér maghájú. Arány 2:95 : 1.

4. *A hüvelyek alakja.* 1181 növény közül 882 egyszerűen boltozott, 299 az egyes magvak között befűződött hüvelyeket termelt. Arányszám 2:95 : 1.

5. *Az éretlen hüvely színe.* 580 növény közül 428 zöld, 152 sárga hüvelyeket hozott létre. Arányszám 2:82 : 1, vagyis az arányszám megközelítőleg minden esetben 3 : 1.

De Vries következő adatai szintén pontosan igazolják a szabályt :\*

Az uralkodó bélyeget viselő szülő	A lappangó bélyeget viselő szülő	A lappangó bélyeget viselő egyének százalékszám
<i>Agrostemma Githago</i>	<i>A. nicaeensis</i>	24 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
<i>Chelidonium majus</i>	<i>Ch. laciniatum</i>	26 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
<i>Coreopsis tinctoria</i>	<i>C. brunea</i>	25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
<i>Datura Tabula</i>	<i>D. Stramonium</i>	28 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
<i>Hioscyamus niger</i>	<i>H. pallidus</i>	26 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
<i>Lychnis diurna</i> (piros)	<i>L. vespertina</i> (fehér)	27 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
<i>Lychnis vespertina</i> (szőrös)	<i>L. glabra</i>	28 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
<i>Oenothera Lamarckiana</i>	<i>Oe. brevistylis</i>	22 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
<i>Solanum nigrum</i>	<i>S. chlorocarpum</i>	24 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
<i>Trifolium pratense</i>	<i>T. album</i>	25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
<i>Veronica longifolia</i>	<i>V. alba</i>	22 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

De Vries igen fontos kísérleteket végzett a tengerivel is,\* melyek azért is érdekesek, mert az uralkodó és lappangó bélyeg ugyanegy növényen jelenik meg. A kísérletet két változattal végezte, melyeknek egyike a czukortengeri (*Zea mays saccharata*), melynek magvai érett állapotban erősen ránczoltak, másik pedig a tengerinek dús keményítőtartalmú változata, melynek magvai simák, azonkívül vörösen és sárgán sávolyozottak, a miért »harlakín« néven ismeretes. Ez utóbbi szolgáltatta a virágport. A keresztezésből származó növények magvai mind simák és keményítőtartalmúak, tehát az apa bélyegét viselték. A hybridek keresz-

tezéséből származó, mintegy 60 növény 75 db. jól fejlett csövet érlelt. A szemek minden egyes csövön  $\frac{3}{4}$  részben keményítő,  $\frac{1}{4}$  részben czukor- (ill. dextrin!) tartalmúak voltak. A 20 legjobban fejlett csövön a lappangó bélyeget viselő szemek száma 20—30% között ingadozott, melyek középértékben 24·80%-ot adtak.

Azok az egyedek, a melyek a lappangó bélyeget viselik, már állandó formák, tehát egymás közt keresztezve csak önmagukhoz hasonló utódokat hoznak létre. A másik csoport, mely az uralkodó bélyeget viseli, kétféle egyénekből áll. Egyik

\* Sur la loi de disjonction des hybrides C. R. Acad. Sc. Paris. 130. kötet, 846. lap; Mutationstheorie. II. köt., 151. l.

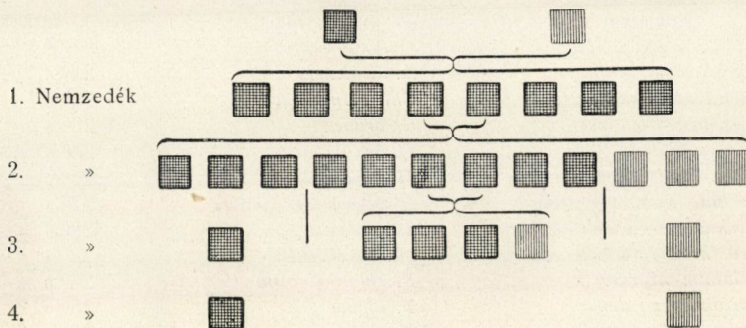
\* Mutationstheorie, II. köt., 159. l.

része,  $\frac{1}{3}$ -a, szintén állandó alak, tehát összes utódai az uralkodó bélyeget viselik,  $\frac{2}{3}$  része azonban megőrizte hybrid természetét, mert egymás között keresztezve ismét kétféle utódot hoz létre: egyik részük az uralkodó, másik részük a lappangó bélyeget viseli, s a kétféle alak arányszáma ismét 3 : 1, úgy mint a 2-ik nemzedékben volt. Ezek ismét úgy oszlanak állandó és hybrid formákra, mint a 2-ik nemzedék. A törvényt az 1. és a 2. rajz (107. lap) világítja meg a legjobban.

A második nemzedékbeli, uralkodó bélyeget viselő egyének megoszlását

Mendel következő adatai tüntetik fel\* 565 növény közül 193 csak gömbölyű magvakat hozott létre s e bélyegük a további nemzedékek során is állandó maradt; 372 növény azonban gömbölyű és szögletes magvakat érlelt 3 : 1 arány szerint. A hybridék és az állandó alakok arányszáma tehát 1:93:1. 519 növény közül 166 csak sárga, 153 azonban sárga és zöld magvakat érlelt 3 : 1 arányban. A hybridék és az állandó alakok aránya 2:13:1.

A zoológia terén az első vizsgálókat C u é n o t-nak köszönjük.\*\* C u é n o t a közönséges szürke házi egeret keresz-



1. rajz. A Mendel-féle törvény vázlatos érzékitése Ziegler szerint. — Mindegyik sor egy-egy nemzedéket képvisel. A sötétebb négyzetek az uralkodó-, a világosabbak pedig a lappangó jellemvonásokkal ellátott egyedeket érzékitik. A második sorban az összes hybridék kizárólag csak az uralkodó jellemvonásokat mutatják, a harmadik sorban, vagyis a második nemzedékben, a hybridék negyedrésznél már a lappangó jellemvonások jelenkeznek.

tezte albinójával, a fehér egérrel (szürke hím és fehér nőstény; csak ily módon sikerül könnyen a keresztezés, mert a szürke egér nőstényei fogságban rendesen terméketlenek maradnak). A keresztezésből mindig kizárólag szürke egerek származtak. E hybrideknek egymás közt való keresztezéséből összesen 270 utód származott, melyek közül 198 szürke, 72, vagyis 26,6%-a pedig fehér volt. A fehérek egymás közt keresztezve mindig fehéreket nemzettek. A szürkék egy része, majdnem fele, csak szürke utódokat hozott

létre (189 db.), a mi azt bizonyítja, hogy ezek már állandó alakok, másik fele azonban szürkéket és fehéreket vegyesen szült, és pedig 162 szürkét és 57 fehéret (26%). A törvényszerűség tehát ugyanaz, mint a mely a borsóhybridék szaporodását szabályozza. Eltérés csak abban van, hogy a második nemzedékbeli uralkodó bélyeget viselő egyedek közt az állandó és

\* Id. mű, 15—16. l.

\*\* La loi de Mendel et l'hérédité de la pigmentation chez les Souris. C. R. Acad. Sc. Paris. 134. köt., 1902. 779. l.

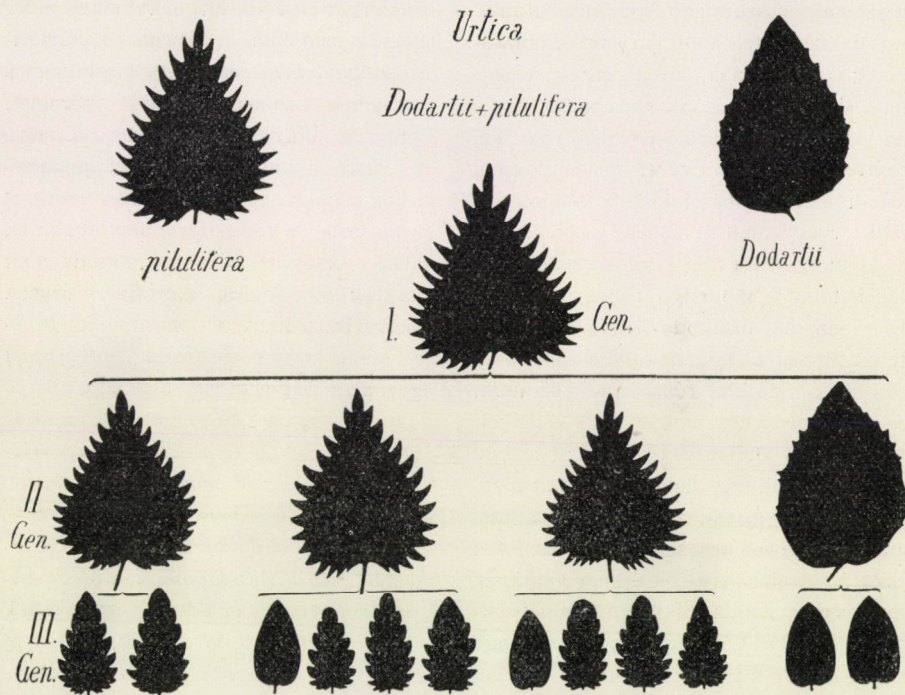


hybridtermészetű alakok arányszáma nem 1:2, hanem majdnem 1:1. Ennek okát a kísérlet kivitelének nehézségeiben kell keresnünk, a mennyiben az önmegtermékenyítés nem lévén lehetséges, a keresztezést pusztán a véletlenre kellett bízni. Hogy azonban Cuénót eredményei helyesek, bizonyítja Allen\* vizsgálata,

melyek Cuénót adatait mindenben megerősítik.

Nem kevésbé fontosak Lang Arnold kísérletei, melyeket a *Helix hortensis*-szel és *memoralis*-szal végzett.\*

A *Helix hortensis* több színváltozatban ismeretes. Egyes egyedei egyszínűek: sárgák, zöldessárgák vagy világosvörös



2. rajz. Az *Urtica pilulifera* és *Urtica Dodartii* hybridjeinek viselkedése három nemzedéken át. Correns rajza. — A legelső sorban az anyanövények egy-egy levelét látjuk, a második sorban hybridjeinek levelét az első nemzedékben. A harmadik és negyedik sor a hybridek utódjainak leveleit és a hybridek szétválásának törvényét érzékíti, a második és harmadik nemzedékben mindegyik levél egy-egy hybridet képvisel. A harmadik nemzedéket képviselő levelek egészen fiatal növényekről valók, míg a többiek teljesen fejlett növényről származnak.

színűek, más egyedeinek házáat pedig 5 sötétbarna övtarkázza. Lang az egyszínű és övesen tarkázott példányokat keresz-

tezte egymással. Eredményképpen abban az esetben, midőn mind a két változat »tisztá rasszú«, vagyis állandó alak volt,

\* Castle and Allen, The heredity of Albinism. Proc. Am. Acad. Arts Sc. 38. köt., 605. l.; Castle Mendel's Laws of Heredity. U. o. 539. l.

\* Über Vorversuche zu Untersuchungen über die Varietätenbildung von *Helix hortensis* und *Helix nemoralis*. Jenaische Denkschriften. Bd. XI. Festschrift Ernst Heckel.

mindig a Mendel-féle törvénynek megfelelően egyszínű utódokat kapott. Az egyszínűség tehát az uralkodó bélyeg. Ugyanezt az eredményt kapta akkor is, midőn egyszínű *H. hortensis*-t keresztezett övezett *H. nemoralis*-szal. Lang kísérleteinek folytatását még nem hozta nyilvánosságra, azért ez idő szerint még nem ismeretes, hogy miképpen viselkednek a keresztezésből származó hibridek utódai. Egyéb kísérletei azonban erre vonatkozólag is adnak némi útbaigazítást. Kísérletei során ugyanis azt tapasztalta, hogy az övezett példányok egymás közt keresztezve mindig övezett példányoknak adtak életet,\* megfelelően a Mendel-féle törvény ama részének, mely szerint a lappangó bélyeget viselő egyedek utódai is mind a lappangó bélyeget viselik. Ellenben az uralkodó bélyeget viselő, tehát egyszínű egyének keresztezéséből származó utódok részben egyszínűek, részben övezettek voltak. A Mendel-féle törvény által megkövetelt 3 : 1 arányt azonban csak egy esetben sikerült megállapítania,\*\* minek oka bizonyára abban a körülményben keresendő, hogy az övek csak fokozatosan, egymásután fejlődnek ki, az egészen fiatal példányok mind egyszínűek, ehhez hozzájárul még az is, hogy a példányok nagy része elhal, mielőtt övei kifejlődtek volna, ezért a szabályszerűség megállapítása csak különösen kedvező körülmények között lehetséges.

Láttuk, hogy a hibridek második nemzedéke kétféle egyénekből áll: fele megőrzi hybrid természetét, fele azonban már állandó alak. Az utóbbiaknak fele az uralkodó, fele a lappangó bélyeget viseli. A háromféle egyén arányszáma tehát 1 : 2 : 1. A szabályszerűséget Mendel a következőképpen magyarázza. Az apa és anya tulajdonságai az anya megtermékenyített

petesejtjében egyesülnek egymással és egyesülve maradnak a tőlük származó hibridekben is, azonban külsőleg csak az uralkodó bélyeg látható, mert az a lappangó bélyeget fejlődésében megakadályozza. A sajátságok a hybrid csirasejtjeiben azonban elválnak egymástól, s egyik sejt csak az apa, a másik csak az anya tulajdonságait tartalmazza. Ilyen formán kétféle csirasejt keletkezik és pedig egyenlő számban. E törvény a Mendel-féle szétválási törvény, vagy másképpen a csirasejtek tisztaságáról szóló törvény. Ebben az alakjában azonban csak arra az esetre vonatkozik, midőn a törzsalakok csupán egy bélyegpárban térnek el egymástól. Ha több bélyegben térnek el, akkor a kísérletek tanúsága szerint, mint mindjárt látni fogjuk, annyiféle csirasejt keletkezik, a hány oly kombinációt alkothatnak az illető bélyegek, melyekben ugyanazon bélyegpárnak csak egyik tagja fordul elő, tehát 2 bélyegpár esetén 4, 3 bélyegpár esetén 8. E számok egyszerűsmind megfelelnek amaz állandó alakok számának is, a melyek az illető bélyegeket viselő egyedek keresztezéséből származnak. Ha a törzsalakok csak egy bélyegpárban térnek el, akkor — mint láttuk — kétféle csirasejt keletkezik, s azt is láttuk, hogy ez esetben valóban kétféle állandó alak származott.

Nézzük most közelebbről, vajjon e törvény alapján meg lehet-e magyarázni az utódok 1 : 2 : 1 arányát?

Keresztezés alkalmával két sajátság egyesül egymással, mondjuk *A* és *a*, e tulajdonságok azonban az csirasejtképzés idején elválnak egymástól, úgy hogy egyik sejt csak az *A*, másik csak az *a* bélyeget tartalmazza. Ha ezen csirasejtek egyesülnek egymással, négyféle kombinációt adhatnak és pedig mivel a kétféle sejt egyenlő számban képződik, a valószínűségi számítás alapján egyenlő számban, tehát a következő módon:

\* Id. mű, 462—474. l.

\*\* Id. h. 482. l., 42. kísérlet.

$A + A, A + a, a + A, a + a$ ;  
vagy konkrét példát említve, a szürke és fehér egér keresztezése esetén ily módon ( $S$  = szürke,  $F$  = fehér) :

$$\begin{array}{l} \begin{array}{cc} \sigma & \varphi \\ 1. & S + S \\ 2. & S + F \\ 3. & F + S \end{array} & \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1. \\ 2. \\ 3. \end{array}} \right\} = 1S \\ 4. & F + F = 1F \end{array}$$

Az  $S + F$  és  $F + S$  kombinációk teljesen egyenlő értékűek, mert mint a kísérletek bizonyítják, teljesen mellékes, hogy a keresztezés alkalmával melyik bélyeget melyik nem szolgáltatja. Ez a két kombináció mindkét szülő tulajdonságát egyesíti magában, tehát hybridtermészetű, a másik kettő ellenben már »tisztá«, állandó alak, a mennyiben csak az egyik szülő bélyegét tartalmazza, esetünkben  $S + S$  a szürke,  $F + F$  a fehér egér. Tehát ily módon pontosan megkapjuk a Mendel-féle törvény 1:2:1 arányszámát ( $1S + 2FS + 1F$ ); Mendel jelzése szerint, a ki a két egymásnak megfelelő bélyeget  $A$  és  $a$  betűvel jelzi:  $A + 2Aa + a$ .

A szabály változik, ha a keresztezett formák nem egy, hanem több bélyeg-

párban térnek el egymástól. A keletkező alakok száma ez esetben természetesen nagyobb, de ezek is meghatározott törvény szerint igazodnak, mint a következő példa bizonyítja.

Japánban a házi egérnek egy változata él, mely a mi egerünktől abban tér el, hogy sajátoságos tánczoló járásban mozog tovább, azért tánczoló egérnek nevezik. Ha a tánczoló egeret rendes járású egérrel keresztezzük, az első nemzedék csupa rendes járású egérből fog állani (Guaita\*). A mozgásnak ez utóbbi módja uralkodó bélyeg az előbbivel szemben. Ha most a házi egér két oly fajtáját keresztezzük egymással, melyek közül az egyik szürke (jele  $A$ ) és rendes járású (jele  $B$ ), a másik albino (jele  $a$ ) és tánczoló (jele  $b$ ), vagyis, ha keresztezzük az  $AB$ -t  $ab$ -vel, az első nemzedék a dominancia törvényénél fogva kizárólag szürke és rendes járású egyénekből fog állani. Ha e hybrideket párosítjuk egymással, többféle egyént kapunk, de a melyeknek számbeli viszonya teljesen meghatározott. Nevezetesen 16 utód közül:\*\*

$$\begin{array}{lll} 9 \text{ szürke, nem tánczoló,} & 3 \text{ fehér, nem tánczoló} & = 12 \text{ nem tánczoló} \\ 3 \text{ szürke, tánczoló,} & 1 \text{ fehér, tánczoló} & = 4 \text{ tánczoló} \\ 12 \text{ szürke} & 4 \text{ fehér} & \end{array}$$

A Mendel-féle szétválási törvény ezt a kísérleti eredményt a következőképpen magyarázza: A hybridekben egyesül a szülők összes tulajdonsága ( $AB + ab$ ), a hybridek csirasejtjeiben azonban szétválnak, s minden hybrid nemi szervében a következő, négyféle csirasejt képződik és pedig egyenlő számban:  $AB, Ab, aB, ab$ . E sejtek keresztezés alkalmával különböző módon kilenczféléképpen kombinálódhatnak egymással. A kombinációk azonban csak négyféle, külsőleg is megkülönböztethető alakot szolgáltat-

nak, mivel a dominancia törvényénél fogva mindama kombinációkban, melyekben az uralkodó és lappangó bélyeg is egyesül, csak az előbbi fejlődik ki, az utóbbi ellenben rejtve marad. A 9-féle kombináció a következő:

\* Versuche mit Kreuzungen verschiedener Rassen der Hausmaus. Berichte der Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. X. köt., 1898, XI. köt., 1900.

\*\* C u é n o t: Les recherches expérimentales sur l'hérédité Mendélienne. Rev. gén. Sc. 15. köt. 1904. 307. l.

$$\begin{array}{lcl}
 AB + AB & = & AB \\
 * 2(AB + Ab) & = & 2ABb \\
 2(AB + aB) & = & 2AaB \\
 2(AB + ab) & \} & = 4AaBb \\
 2(Ab + aB) & \} & \\
 \hline
 Ab + Ab & = & Ab \\
 2(ab + AB) & = & 2Aab \\
 aB + aB & = & aB \\
 2(ab + aB) & = & 2aBb \\
 ab + ab & = & ab
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} 9 \text{ szürke, nem} \\ \text{tánczoló} \\ \\ \\ 3 \text{ szürke, tán-} \\ \text{czoló} \\ 3 \text{ fehér, nem} \\ \text{tánczoló} \\ 1 \text{ fehér, tánczoló.} \end{array}$$

A keletkezett alakok arányszáma 9:3:3:1, így találta ezt már Mendel is a borsó hybridjein, melyekről mindjárt meg fogunk emlékezni. E sorozatból az is látható, hogy tagjainak egy része már állandó alak, nevezetesen  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$  és  $ab$ , mert ezek már csak állandó bélyegeket viselnek, illetve a két, ellentétes bélyeg közül csak az egyiket tartalmazák, a másik még rejtett állapotban sincs jelen. A többi alak megtartja hybrid természetét és a további nemzedékek során ismét állandó és hybridalakokra oszlik. A hybridalakok további sorsát az önmegtermékenyítés hiánya miatt az állatokon rendkívül nehéz megfigyelni. Növényeken végzett vizsgálatok azonban útbaigazítást adnak erre vonatkozólag is.

Mendel két borsófajtát keresztezett, melyek két bélyegpárban tértek el egymástól. Az egyik növény a két uralkodó bélyeget viselte:  $AB$  (a mag alakja gömbölyű— $A$ , a szíklevelszíne sárga— $B$ ), a másik a két lappangót:  $ab$  (a mag alakja szögletes— $a$ , a szíklevel színe zöld— $b$ ). Az első nemzedék a dominancia törvényénél fogva gömbölyű magvú és sárga szíklevelű egyénekből állott. A belőlük nevelt növények négyféle magot érleltek, melyek gyakran együtt foglaltak helyet a közös hüvelyben. 15 növény összesen 556 magot hozott létre, ebből:

315 gömbölyű és sárga  
101 szögletes és sárga  
108 gömbölyű és zöld  
32 szögletes és zöld,

\* Kétszer, mert a lehetséges mód: him  $AB$  + nő  $Ab$  és megfordítva.

az arány tehát igen megközelítőleg 9:3:3:1, mint a fennebbi esetben is láttuk.\* E magvakat mind elültetve, az alábbi sorozatban jelzett eredményt kaptak. A gömbölyű és sárga magvak közül nem termett, illetve nem is kelt ki 14, a többi a következő eredményt adta:

38 növény gömbölyű és sárga magot . . . . .  $AB$

65 növény gömbölyű, sárga és zöld magot . . . . .  $ABb$

60 növény gömbölyű, sárga és szögletes sárga magot . . . .  $AaB$

138 növény gömbölyű, sárga és zöld, szögletes, sárga és zöld magot . . . . .  $AaBb$

A szögletes és sárga magvak közül 96 jutott magérlelésig. Ebből

28 növény csak sárga és szögletes magot . . . . .  $aB$

68 növény szögletes, sárga és zöld magot . . . . .  $aBb$

A 108 gömbölyű és zöld mag közül 102 termelt, és pedig:

35 növény csak gömbölyű, zöld magot . . . . .  $Ab$

67 növény gömbölyű és szögletes zöld magot . . . . .  $Aab$

A szögletes, zöld magvakból 30 növényt fejlődött és azok mind kizárólag zöld és szögletes magvakat termettek . . . .  $ab$

Ilyen módon a kísérlet is teljesen igazolja a fennebbi elméleti levezetést, mert tényleg az a kilenczféle kombináció keletkezett, mely a bélyegek szétválasztásáról szóló törvény alapján lehetséges. A kilencz kombináció közül négy, nevezetesen:  $AB$ ,  $aB$ ,  $Ab$  és  $ab$  csak állandó bélyegeket visel, ezek a további nemzedékek során már nem változnak; 4 tag, nevezetesen:  $ABb$ ,  $AaB$ ,  $aBb$  és  $Aab$  egyik bélyegében még hybrid termé-

\* Correns (id. h. 165. l.) tengeri hybridjein egyik esetben pl. a következő számokat észlelte: 308, 104, 96, 37.



szetű, utódai ebben a bélyegben eltérnek egymástól, másik bélyegük azonban állandó. Pl. az *ABb* jelzésű egyének utódainak magvai már mind zöldek lesznek, de részben gömbölyűek, részben szögletesek, az *aBb* jelzésűeké mind szögletesek, de részben sárgák, részben zöldek. Végül a 3-dik csoport egy tagot foglal magában, az *AaBb* jelzésűt, mely mindkét bélyegében hybrid lévén, épp úgy viselkedik, mint az a hybrid, melytől származott, vagyis mindkét bélyegében változik.

Összehasonlítva az egyes csoportok egyes tagjainak számát, abban félreismertetlenül megnyilatkozik az 1 : 2 : 4 arány. Ha ugyanis az első és második csoport 4—4 tagjából a középszámot kiszámítjuk, 33-t és 65-t kapunk s így az arány 33:65:138, a mi alig tér el a 33:66:132 aránytól.

A sorozat tehát 9 tagból áll; ebből 4, mint a számok mutatják, egyszer fordul elő, a második csoport 4 tagja kétszer s egyik bélyegében állandó, a másikban hybrid, a 3-dik csoport egyetlen tagja pedig négyszeresen fordul elő és mindkét tagjában hybrid. A hybridék utódai tehát, ha őseik két bélyegpárban térnek el egymástól, a következő képlet szerint fejlődnek ki:

$$AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb.$$

E sor pedig kombinációs sor, melyet megkapunk, ha a következő kifejezést kombináljuk:

$$A + 2Aa + a \\ B + 2Bb + b$$

M e n d e l éppen így, kísérletileg kimutatta, hogy ha a törzsalakok három bélyegpárban (*Aa*, *Bb*, *Cc*) térnek el, az utódok 27 különböző változatban fejlődhetnek ki, melyek közül 8 állandó; a 27 változatot megkapjuk, ha a

$$A + 2Aa + a \\ B + 2Bb + b \\ C + 2Cc + c$$

kifejezések tagjait kombináljuk. Ebből levonhatjuk a következő szabályt: ha  $n$  jelzi ama bélyegpárok számát, melyben a két törzsalak eltér egymástól, akkor  $2^n$  a keletkezett állandó alakok száma,  $3^n$  kombinációs sor tagjainak száma,  $4^n$  pedig a lehetséges kombinációk száma.

Hangsúlyoznom kell, hogy az átöröklésnek az a módja, a mely pl. a borsóra jellemző, nem általános érvényességű. Igen sok olyan esetet ismerünk, midőn a hybrid bélyege nem egyezik meg egyik szülője megfelelő bélyegével se, hanem a kettő között áll. Ilyen bélyegeket maga M e n d e l is állapított meg egyes *Hieracium*-fajokon, W i c h u r a pedig a fűzekén. Az ilyen hybridék gyakran már állandó alakok, mint egyes *Hieracium*-hybridék. Másik eltérő módja az átöröklésnek az ú. n. mozaikszerű átöröklés, midőn a hybrid a szülők mindegyikének bélyegét viseli s azok foltonként oszlanak meg testén. Az átöröklés e módja pl. a házi állatok körében közönséges. Ismerünk végül oly eseteket is, midőn a keresztezésből származó utódok egy részét a szülőkétől eltérő új bélyeg jellemzi. Igen érdekes példát szolgáltat erre nézve C u é n o t\*. Ő fehér szőrű és vörös szemű egeret vörös szemű, de fakósárga szőrű egérrel párosított, tehát vörös szemű és fehér vagy sárga szőrű utódokat lehetett volna várni. Az eredmény azonban más lett: az utódok mind egyformák voltak, de szemük fekete és jóval nagyobb, mint szüleiké, hátoldaluk szürke, hasoldaluk pedig fehéres színű volt. Általában véve sokkal kevésbé emlékeztettek a házi egérre (*Mus musculus*), mint az erdei egérre (*Mus sylvaticus*). Vagyis a helyett, hogy valamelyik szülő bélyege mint uralkodó bélyeg jelentkezett volna, a szülők bélyegei kombinálódtak és új bélyegegk jöttek létre. E

\* V. ö. L'hérédité. Rev. scientifique. 5 sér. V. köt., 1906. 519. l.

hybridek keresztezéséből ötféle egerek származtak, ú. m. 1. teljesen feketék, 2. olyanok, mint a szülők, 3. fehérek, vörös szeműek, mint az egyik nagyszülő, 4. sárga szőrűek, vörösszeműek, mint a másik nagyszülő, 5. gyöngyszürkék, vörös szeműek. Ez alakok a következőképpen oszlottak meg :

16 közül	
8 fekete szemű	2 fekete
	6 szürke, fehér hasú, mint a szülők
8 vörös szemű	4 fehér
	3 sárga
	1 gyöngyszürke.

Az átöröklés eme típusa azért igen érdekes és fontos, mert alkalmasint ez vezet új változatok keletkezésére.

Az átöröklésre vonatkozó eme vizsgálatok nemcsak a tudomány, hanem az állat- és növénytermesztés, továbbá a szociológia szempontjából is fontosak, mert valószínűnek látszik, hogy bizonyos betegségek az örökölhetőség szempontjából a *Mendel*-féle, vagy hozzá hasonló törvény szerint igazodnak. A modern biológia feladata, hogy e homályos kérdésre fényt áraszson. *Mendel* vállaira állva talán messzebb látunk.

DR. SOÓS LAJOS.

## Az enzimekről.

Az állatok és növények anyagcseréjében az enzimek szerepe oly nagy, hogy az élő szervezetek anyagcseréjét az enzimek kellő ismerete nélkül tanulmányozni alig lehet. Mivel pedig a mezőgazdasági chemiának két fő tárgya a gazdasági állatok és növények anyagcseréjének tanulmányozása, következik, hogy az enzimek ismerete a mezőgazdasági chemia szempontjából is szükséges. Továbbá a mezőgazdasági iparágakban már régóta, részint tudatosan, részint tisztán gyakorlati tapasztalatokra támaszkodva, igen sok enzimet használnak, sőt újabban az enzimek száma egyre szaporodik. Az erjesztésen alapuló iparágak legfontosabb folyamatait tulajdonképpen mind enzimek végzik. A tejtermékek feldolgozása terén is nagy szerepet visznek, sőt újabban a zsírok- és olajoknak szappangyártás céljából való megbontására is enzimeket használnak.

Az enzimek mezőgazdasági chemiai és ipari jelentőségét tekintve, vázlatosan összefoglalom azokat az eredményeket,

melyeken az enzimekre vonatkozó ismereteink épülnek fel, és röviden megjelölöm azokat az enzimeket is, a melyek a mezőgazdasági iparágakban szerepelnek.

*Enzimeknek* azokat a *szerves anyagokat* nevezzük, a melyek *sajátos hőmérsékleti határok* között bizonyos chemiai folyamatokat *közvetítenek*. Chemiai hatásuk az enzimek fajtái szerint nagyon különböző; de közös jellemvonásuk, hogy *aránylag igen kis mennyiségű enzim végeredményében nagy hatást okozhat*. *O'Sullivan* és *Tompson* kísérletei pl. azt bizonyítják, hogy 1 súlyrész *invertáz* 200,000 súlyrész saccharózt alakíthat át glükózzra és fruktózzra, a nélkül, hogy ezáltal elveszítené hatóképességét. Az enzimek hatását a kénsavgyártásban szereplő nitrogénmonoxid-, vagy az étergyártásban szereplő kénsav hatásához hasonlíthatjuk. Mert az újabb tapasztalatok alapján feltételezhetjük, hogy az enzimek is, miként a nitrogénmonoxid illetve a kénsav, a fentemlített

chemiai folyamatokban *átmenetileg* részt vesznek, és a folyamat befejeztével regenerálódnak.

Az enzimek hatását az is jellemzi, hogy hatásuk bizonyos szűk hőmérsékleti határok közt legélénkebb, ezek az ú. n. *hőmérsékleti optimumok*; bizonyos hőmérsékleteken pedig hatóképességüket teljesen elvesztik.

Az enzimek okozta chemiai változás végeredménye az enzim mennyiségétől független ugyan, de az enzim mennyisége a folyamat gyorsaságát lényegesen módosítja. Ezért az élő szervezetek úgy vannak berendezkedve, hogy a hol egyszerre élénk vegyi átalakulások kívánatosak, mint pl. a növény magjának csírázásakor, vagy az állat táplálkozásakor, ott az illető szervek egyszerre nagy mennyiségű és bizonyos célra szükséges enzimet választanak ki. Azokban az iparágakban pedig, a melyekben az enzimeket alkalmazzák, nagyon gyors chemiai átalakulások szükségesek, ezért azokban az enzimeket még nagyobb mennyiségben kell alkalmaznunk.

Az enzimek okozta chemiai változás egyensúlyi állapota úgylátszik a *tömeghatás törvényeinek* hódol és többi közt a kezdeti és végtermékek töménységétől függ, míg az enzim mennyiségétől független. Azt tapasztalták például, hogy ha *amiláz* (diasztáz) a legkedvezőbb feltételek közt hat keményítőre, csak 80% maltóz (és részben a maltáz vagy glükáz hatása folytán glükóz is), és 20% dextrin képződik. De ha a maltózt, az amiláz hatóképességét meg nem rontva, alkalmas módon eltávolítjuk, végre az összes dextrin cukorra alakulhat. *Croft Hill* kísérletei pedig azt bizonyítják, hogy alkalmas viszonyok között *az enzim hatása megfordítható*. Ha pl. az ú. n. *maltáz* (glükáz) maltózra hat, egy molekula maltózból két molekula dextróz keletkezik. De az átalakulás itt sem tökéletes, hanem

pl. 40%-os oldatban az egyensúly beálltával 14.5% maltóz marad vissza. Ha pedig 40% os glükóz-oldatot keverünk maltázzal, akkor annyi glükóz-molekula egyesül maltózzá, hogy egyensúly beálltával az oldatban ismét 14.5% maltózt találunk. Ez szigorúan véve, csak a maltázra érvényes; de feltételezhetjük, hogy a többi enzimekre nézve is idővel hasonló törvényszerűséget sikerül megállapítani.

Az enzimek közelebbi chemiai összetételét még nem ismerjük, mivel még eddig kétséget kizárólag tiszta enzimeket előállítani nem sikerült. Rendesen fehérjékkel keverten állították elő, s így biztosan el sem dönthetjük, hogy melyek az enzimek kizárólagos tulajdonságai, és melyek származnak a hozzájuk kevert idegen anyagoktól. A legtöbb lehetőleg tisztán előállított enzim chemiai összetételéből és sajátágaiból azt következtethetjük, hogy a legtöbb enzim a fehérjékkel közel rokon vegyület. Sőt egyes újabb tapasztalatok alapján azt is feltételezhetjük, hogy *sok enzim valódi nuclealbumin*. Végre *Fischer Emil* kísérletei alapján feltételezhetjük, hogy az enzimek alkotásában, — miként a fehérjék- és cukrokéban, — *asszimetriás szénatomok* vesznek részt.

*Az enzimeket szintézissel előállítani eddig nem sikerült*. Csak az élő szervezetekben képződnek, vagy élő szervezetek termékeiből választhatók ki. *Képződésüket és előfordulásukat* tekintve két nagy csoportba oszthatjuk őket: az egyikbe tartoznak azok, a melyeket csak bizonyos szervek sajátos hatásokra képeznek és választanak ki, mint pl. a csírázó mag epithel-sejtjei az amilázt, a nyálmirigyek a diasztázt stb.; a másik csoportba tartoznak azok, a melyeknek képződése nincs külön szervekhez kötve, hanem magokban az az egyes sejtekben, a szükséglethez mérten képződnek és az egész élő szervezet

anyagcseréjét segítik elő. Utóbbiak száma és fajtája sokkal nagyobb, mint az első csoporté, de felismerésük sokkal nehezebb, s ezért valószínű, hogy ez enzimek száma még sokkal nagyobb, mint a mennyit eddig ismerünk, és hogy az élettanilag legfontosabbakat talán még nem is ismerjük, mert a sejtek az enzimeket rendszeren makacsul visszatartják. Érdekes e tekintetben az alkoholos erjedés okozójának az ú. n. zimáznak felfedezése.

Már 1858-ban Traube Moritz feltételezte, hogy az alkoholos erjedést az élesztősejtben képezett még ismeretlen enzim okozza és hogy csak az akkor alkalmazott módszerek tökéletlensége miatt nem sikerült ez enzimet még előállítani. Körülbelül 40 évvel később Buchner és dolgozótársai Traube feltevését beigazolták; mert a Buchner-féle kipréselt élesztőnedv valóban azt az enzimet tartalmazza, mely az élő élesztősejtben az alkoholos erjedést okozza. Az élő sejt azonban ez enzimet makacsul visszatartja; csak úgy sikerült a zimázt előállítani, hogy az élő sejteket erőlyesen széttronsolták és nedvüket gyorsan kiszajtották. E nedv tartalmazza az alkoholt képező enzimet, mely ez esetben az élő sejteket túléli. Buchner kísérletei bebizonyították, hogy a zimáz nem minősíthető élő protoplazmának, hanem tulajdonságai igen sok tekintetben az eddig ismert enzimekével egyeznek meg. Így pl. alkohollal kiválasztható és a csapadékot vízben újra feloldva, az alkoholos erjedést ismét előidézi. Alkalmas módon szárítva fehér por alakban is előállítható, mely por alkoholos erjedést idézhet elő.

Végre több olyan anyag, mely az eddigi ismeretek alapján az élő protoplazmának működését megakadályozza, a zimáz hatóképességét nem változtatja. Sőt az ú. n. *aceton-élesztőben* Buchnernek olyan állandó erjesztőanyagot sike-

rült előállítani, a melyben az élesztősejt maga nem működik, de a zimáz az élesztőben előforduló proteolites enzim ellen védve van, s így hatóképességét hosszú ideig nem veszti el. Buchner ugyanis bebizonyította, hogy a kiszajtott élesztőnedv azért veszti el hamar erjesztőképességét, mert e nedv tripszinhez hasonló hatású fehérjét bontó enzimet tartalmaz, mely a zimázt is megbontja.

Az *enzimek kiválasztását* bizonyos anyagok hatása idézi elő. Az állatokban a megfelelő idegrendszer ingerlése is hasonló hatású. Gyakran megtörténik, hogy azon anyagok jelenléte okozza az enzim kiválasztását, a melyek maguk az enzimek hatása következtében átalakulnak, pl. a szájba vett táplálék a nyál és gyomorenzimek kiválasztását idézi elő; más esetekben az asszimilálható táplálóanyag hiánya következtében indul meg az enzim kiválasztása pl. mikor a csirázó árpamagban a csira fejlődésnek indul, a közvetlenül asszimilálható szervesanyagot csakhamar elfogyasztja, s ekkor indul meg az ámiláz kiválasztása, és a magban raktározott keményítő elcukrosítása. Végre az is előfordul, hogy olyan anyagok okozzák az enzim kiválasztását, a melyek eddigi ismereteink alapján az enzimek okozta hatásban közvetlenül nem működnek közre. Így pl. a ricinusmagban magában a *lipáz* nem található fel és csak akkor képződik, mikor a magra gyenge sav hat, vagy ha a mag csirázásnak indul.

Mindezen esetekben, magának az *enzimnek képződését az ú. n. zimogén képződése előzi meg*; ezt közelebbről nem ismerjük, de az enzimtől abban különbözik, hogy enzim okozta hatást nem idézhet elő.

Sok esetben sikerült az élő szervezetekben a zimogén és enzim képződését mikroszkóp alatt megfigyelni. E folyamat rendszeren három részre oszlik: 1. a ki-

választó szervek a környező sejtekből bő táplálékot vesznek fel, 2. a zimogén durva szemecskék alakjában a kiválasztó szerv sejtjeiben az egész protoplazmát kitölti, 3. a durva szemecskék a sejtekből eltűnnek és a szerv az enzimet kiválasztja.

*Az enzimeket hatásuk alapján következő osztályokba csoportosíthatjuk:*

I. Enzimek, melyek oldhatatlan vagy nehezebben oldható szerves anyagokat könnyebben oldhatókká, diffúzióra alkalmasabbakká és asszimilálható vegyületekké változtatnak: Ide tartoznak

1. a szénhidrátokat hidrolizáló,
2. a fehérjéket bontó,
3. zsírokat és olajokat bontó enzimek

II. Oldott anyagokat kiválasztó enzimek, pl.

1. a tejet megalvasztó,
2. a vérlepény képződését okozó,
3. az izom ú. n. halálmerevedését okozó,
4. a növényi nedvek, különösen gyümölcsnedvek kocsonyásodását okozó enzimek.

III. Szerves amidokat ammoniává alakító enzimek.

IV. Oxidáló enzimek.

V. Alkoholos erjedést okozó enzimek.

Körülbelől hasonló osztályozást találunk Reynolds Green »Az enzimekről« irt tudományos szakmunkájában. A *mezőgazdasági chemia* szempontjából a beosztás szintén megfelelő, mivel a különféle enzimek hivatását az élő szervezetek élettanában, a beosztás alapján, könnyen áttekinthetjük. A *mezőgazdasági technologia* szempontjából azonban célszerűbb az enzimeket a *különféle iparágak szerint csoportosítani*.

1. Az erjesztéssel dolgozó iparágakban a keményítőt és dextrineket maltózzá az ú. n. *amiláz* (régibb neve: diasztáz) alakítja át, mely többek között a malátában és az *Amylomyces* nevű gombákban nagy

mennyiségben van. Itt megemlítendő, hogy az árpa csirázása folyamán még a *citáz* is közreműködik, mely enzim a cellulózt hidrolizálja. A maltózt azonban csak azok az élesztőfajok erjesztik, amelyek, a zimázt nem tekintve, ú. n. *maltázt* vagy *glükázt* is tartalmaznak. Ez az enzim a maltózt dextrózra változtatja. A dextrózt azután az élesztősejt másik enzime, a zimáz alkoholra és szénsavra bontja. Ha pedig saccharózt tartalmazó anyagokat használunk az erjedés nyersanyagául, akkor az élesztősejtben előforduló *invertáz* (rég neve: *invertin*) a saccharózt dextrózra és levulózra invertálja, melyeket a zimáz alkoholra és szénsavra változtat át.

Vége vannak erjesztéssel dolgozó iparágak, melyekben a tejcukorból is alkoholt tartalmazó italt állítanak elő. Ilyen pl. a kefir, mázun stb. Azok az élesztőgombák és mikroorganizmusok, melyek itt közreműködnek ú. n. *laktázt* tartalmaznak, mely enzim a tejcukrot (laktóz) dextrózra és galaktózra bontja. A zimáz azután a dextrózból és a galaktózból alkoholt és szénsavat létesít. Hansen E. Christian és Fischer Emil e téren kutatásokat alkotó kutatásai megerősítették azt a régebbi tapasztalatot, hogy *alkoholos erjedésre csak a monosaccharidok, ú. m. dextróz, levulóz és galaktóz alkalmasak, a di- és polysaccharidok csak közvetve, ha t. i. előbb monosaccharidokra bontatnak*. A sör-, szesz- és borélesztők *maltázt* és *invertázt* választanak ki, s ezért a maltózt, illetve saccharózt tartalmazó oldatokat elerjeszthetik; de laktázt nem tartalmaznak, ezért tejcukrot nem erjesztenek, mint pl. a kefirben működő mikroorganizmusok, melyek laktázt választanak ki és a tejben alkoholos erjedést gerjesztenek.

E fölfedezések alapján, elméleti szempontból az élesztősejt főhivatása az erjesztéssel dolgozó iparágakban az, hogy

lehető gyorsan elegendő maltázt, invertázt és zímázt képezzen. Ez pedig részben a kiválasztott tiszta élesztő gyors elszaporodásától függ. Nem tekintve a nemesített élesztőfajok és tiszta élesztő-tenyészetek más jó tulajdonságait, ezek az élesztőfajok a fenti követelményeket kellőképpen csak akkor elégíthetik ki, ha *elegendő és alkalmas tápláló anyag áll rendelkezésükre*. E tekintetben pedig különösen figyelmet érdemel az a jelenség, hogy az említett élesztőfajok az eredeti fehérjéket nem sajátíthatják át. E végből szükséges, hogy a fehérjék legalább is peptonokká alakuljanak át, még kedvezőbb azonban, ha amidok is képződnek.

A gabonamagvak csirázása folyamán a magvakban *triptáz*-hoz (régi neve: *trypszin*) hasonló hatású *fehérjét bontó enzim* képződik, mely ez esetben arról gondoskodik, hogy az élesztő táplálására elegendő és alkalmas nitrogéntartalmú tápláló anyag képződjék. Az amilo-eljárásban alkalmazott *Amylomyces*-féle gombák szintén fehérjét bontó enzimeket választanak ki.

Az ú. n. *Bauer*-féle eljárás alapelve pedig, hogy alkalmas módon főleg amidokból álló élesztőkivonatot keverünk az anyaélesztőhöz. Ezt az eljárást kicsinyben az ú. n. *élesztővíz* (Hefewasser) alakjában a mikrobiológiai kutatásokban már régóta alkalmazzák.

Az erjesztéssel dolgozó iparágakban a jó élesztőfajokat, más káros mikrobák ellen is meg kell védenünk. A sörgyártásban a cefre forralása és komlózása, továbbá a tiszta, nemesített élesztő alkalmazása elég tökéletesen megóvják a jó élesztőt a káros fertőzések ellen. A bor-erjedésében a jó borélesztő gyors szaporodása, továbbá a mustban foglalt borkősav gátolja meg a káros mikrobák elszaporodását. A szeszgyártásban azonban e célra vagy ásványi savakat, vagy

tejsavas erjedést használnak. *Buchner*-nek kutatásai folyamán sikerült az ú. n. tartós acetonélesztő készítési módja szerint olyan megölt tejsavbakteriumokhoz jutni, melyekben a tejsavat képező enzim tartósan hatóképesnek bizonyult. Ebből *Buchner* azt következteti, hogy *a tejsavképződését is a zímázhoz hasonló, de hatásában különböző enzim okozza*. Ennek alapján tehát a kovász tejsavas erjedését szintén enzim hatásának tulajdoníthatjuk.

Vége különösen a must erjedésében az ú. n. *oxidázok* érdemelnek figyelmet; ezek csaknem minden érő gyümölcsben, különösen pedig a szőlőben előfordulnak, továbbá az élesztőfélékben és *Botrytis cinerea* nevű penészgombában, mely utóbbi az asszott szőlőn igen elterjedt gomba. *Tolomei* és más szakemberek vizsgálatai alapján föltételezhető, hogy a borélesztő oxidáz nevű enzimeje a bor illatának képződésében közreműködik. Hasonló szerepet tulajdonítanak a *Botrytis*-nek is. De ha az utóbbi penészgomba nagyon elszaporodik, akkor nemcsak füstös szagot ad a bornak, hanem a bor gyakori megtörését okozza. Ez pedig a túlnagy mennyiségű oxidázra vezethető vissza. Valószínű, hogy az oxidáz a borban oldott tannint oxidálja, ezt kiválasztja és a bor megtörését okozza.

2. *A zsírok és olajok feldolgozásának terén* a zsírbontó enzimeket alig pár év óta alkalmazzák. Berlinben külön gyár azzal foglalkozik, hogy ricinusmagból ezt az enzimet, az ú. n. *lipázt* elegendő mennyiségben termelje és kisebb szappangyárak részére szétküldje. Kielben a Petersen-féle szappangyár maga állítja elő a enzimet és csaknem az összes szappan előállítására ezt alkalmazza, mert a régi eljárásoknál jóval olcsóbb. A *lipáz* a gliczerinésztereket glicerinre és szabad zsírsavakra bontja. A folyamat tehát a cukrosítási folyamatokhoz hasonlóan



egyszerű hidrolízis. Ez eljárás haszna abban rejlik, hogy egyszerű és olcsó.

3. *A tejtermékek feldolgozásának* terén szintén több különböző enzim működik közre. Buchner említett kutatásaira hivatkozva, analogia alapján, föltételezhetjük, hogy a tej és tejszín savanyodását előidéző baktériumok (melyek tudvalevőleg az élesztőkovász savanyodását okozó tejsavbaktériumoktól különböző fajok) tejsavképződést előidéző enzimet tartalmaznak. De ezt nem tekintve a sajt készítésében már régóta alkalmazák az ú. n. *gyomoroltót*, mely a fehérjét kiválasztó enzimek csoportjába tartozik, és újabban *tireáznak* nevezik. Hatását akként magyarázzák, hogy a tejben előforduló kazeint tirein és egy másik, közelebről még nem ismert, oldható fehérjére bontja. A tirein a tejben előforduló kalciumfoszfátokkal oldhatatlan vegyületet alkot, mely hígított lúgos oldatokban sem oldódik, holott a savakkal kiválasztott kazein híg lúgokkal oldható kazeátokat alkot.

Vége az újabb kísérletek alapján föltételezhető, hogy a sajt erjedésében közreműködő mikroorganizmusok fehérjét oldó enzimeket, ú. n. *kazéázt* választanak ki, melyet Weigmann külön is előállított.

4. Vége a *gyümölcsszirupok* és *-kocsonyák* készítése terén az ú. n. pektinek megalvasztó enzimek, a *pektázok* szerepelnek. Ezek különösen a gyümölcsök

sejtfalában a pektinek társaságában találhatók. Hatásukat akként magyarázzák, hogy az oldható pektineket pektinsavakká alakítják át, mely savak kalciumsói oldhatatlan kocsonyát alkotnak. A gyümölcs-kocsonya képződése három főtenyezőtől függ: ú. m. az oldható pektinek, a pektáz és a kalciumsók mennyiségétől. Szabad savak a kocsonyasodást lényegesen hátráltatják, esetleg meg is hiúsíthatják.

Az elmondottakban csak röviden ismerttettem a mezőgazdasági iparágakban alkalmazott eddig ismert enzimeket. A zimáz fölfedezése után azonban föltételezhetjük, hogy a közel jövőben, valószínűleg még több olyan enzimet ismerünk meg, a melyeket eddig a mikrobákból elkülöníteni nem sikerült. Az enzimek nemcsak az élő szervezetek termékei, de egyzersmind az élő protoplazma eszközei. Mennél jobban megismerjük hatásait, annál közelebb jutunk az élő szervezetekben végbemenő kémiai és fizikai jelenségek főtenyezőinek megismeréséhez. Sok olyan hatás, a melyet eddig az élő protoplazma működésének tulajdonítottunk, enzimek okozta folyamatnak bizonyult, és valószínű, hogy ezeknek az eseteknek száma a jövőben még tetemesen növekedik.

Szóval: az enzimek fontossága mind a gyakorlat, mind a tudomány terén egyre növekszik és ma már velök foglalkozni nélkülözhetetlenül szükséges.

'SIGMOND ELEK.

## Az emberi szervezet sugárzásjelenségei.

A mai természettudományi világnézet mellett, mikor az energia egyes fajait már olyannyira ismerjük s átalakulásuk módja annyira tanulmányozva van, gondolkodó főre nézve már eleve elképzelhetetlen, hogy az a szervezet, mely a fényt oly nagy mértékben veszi fel s azt oly sok célra használja, mint az emberi szervezet, maga sugárzások forrása ne lehessen?

Az újabb kutatások kísérletileg is kimutatták, hogy az élő emberi szervezet valóban sugározhat ki fényt, a mit különben a spiritiszták — aligha tapasztalati, vagy akárcsak logikai megfontolás alapján — már régen állítanak.

A legrégebbi ilyenfajta spiritiszta — mindenesetre csak szuggeszció útján hallucinált — észlelések szerint a séance-ok alkalmával a megidézett szellemnek gyakran látszanak a körvonalai. Mivel pedig — ha a suggestio nem volt teljes — e körvonalak sem látszottak, a dolgon úgy segítettek, hogy a társaság egyik tagja az arcát helyenként világító festékekkel kente be, melynek az a sajátsága, hogy a sötétben világít, ha előzőleg meg lett világítva.

E visszaélések leleplezése után a tudomány az efféle jelenségekkel szemben egyre tartózkodóbb lett. Ennek tulajdonítható, hogy valóban komoly vizsgálatok e téren még ma is alig vannak.

A legrégebbi észlelések, melyek ma is elfogadhatónak látszanak, sötétben világító hullarészekről szólnak, melyekből

Mascagni még készítményeket is csinált.

Patruban szerint az emberi agy (a koponyából kivéve) némely esetben elég intenzíven világít, míg Heller azt állítja, hogy az olyan emberi agy, mely sötétben nem világít, tengervízbe téve 12 óra múlva fényleni kezd. Ha tengervíz helyett folyóvizet használunk, a jelenség nem következik be. Nyilván azért, mert a tengervíz világító baktériumokkal lehetett fertőzve, míg a folyóvízben ilyen mikrobák nem fordulnak elő.

Dupuet a római katakombákban olyan bomlófélben lévő emberi hullát látott, mely vastag porréteggel volt fedve. E por állítólag hónapokon át világított.

Több szerző sebek világításáról tesz említést. Így az egykor híres Percy, francia sebész, egy tiszt lábán oly sebet gyógyított, mely napokon át világított; de állítólag később több ily esete is volt, melyekhez hasonlókat különben mások is láttak. Molisch véleménye szerint azonban ezen esetek egyike sem spontán sugárzás; ő azt a nézetet vallja, hogy a fénykilövelés tulajdonképpen nem is az emberi testre, hanem a világító baktériumokra vezethető vissza, melyek nemcsak minden rothadó talajon jól tenyésznek, hanem bizonyára a bomlásban lévő emberi szerveken is megélnék.

Erre nézve kísérleteket is végzett. Tenyérnyi nagyságú emberi izomdarabokat

30%-os steril konyhasóoldatba helyezett s 14 napon át 8—12 C.<sup>o</sup>-on tarva, éjjelenként megfigyelte őket. Az ellenőrző próbákat konyhasóoldat nélkül helyezte el. A harminczszor megismételt kísérlet mindig negatív eredménnyel járt. Sem a próbákön, sem az ellenpróbákön a világítás legcsekélyebb nyomát sem észlelhette.

Ha azonban e húsrészeket világító baktériumokkal fertőzte, akkor néha oly erős világítás állott elő, hogy a kékes-fehér fény még világos nappal is észrevehető volt; éjjel pedig nemcsak az anyag körvonalai, hanem még az üvegcsésze is világosan látszott.

Ez is bizonyítja, hogy a világítás okai a fenti szerzők észleléseinél is bizonyára baktériumok voltak.

Nagyban különböznek e megfigyelésektől azok, a melyeket Reichenbach báró végzett. Szerinte az emberi testnek föltétlenül vannak ilyen kisugárzásai, s ezek az ő nézete szerint pszichikai eredetűek.

A nélkül, hogy a sugárzások *okát* kutatók, annyit megemlíthetünk, hogy létezésüket, bár a szemre nézve láthatatlanok, nem tagadhatjuk, mert a sugárzások *fotografálhatók*. Ez így kissé misztikusan hangzanék, ha a dologgal maga Crookes, a híres angol fizikus és Dubois, a nagynevű francia fiziológus is, nem foglalkozott volna; mindketten elismerték, hogy a dolog való, de alig megfeythető.

Egyébként a dologban ma még nehéz tisztán látni, annyival is inkább, mert a De Rochas könyvében (Les frontières de la science) adott tisztán pszichikai okokra visszavezetett magyarázatok nem olyanok, a melyeket a tudomány *már* ma, vagy *még* ma elfogadhatja.

A kisugárzások fotográfiájának egy része alig érdemel hitelt. Spiritiszták kezéből származnak, kik vagy eléggé ott-

honosak a dologban arra, hogy ilyen képeket hamis úton is tudjanak készíteni, vagy elég kevésbé képzetek ahhoz, hogy azokat a mellékkörülményeket, a melyek valamely tévedés okozói lehetnének, távol tartani tudnák. Céljuk különben sem a dolgok tisztázása, hanem csak a misztikum fokozása, ezért munkáik alig érdemelnek említést.

Azok a fotográfiák, melyekről megemlékezhetünk, rendszerint úgy készültek, hogy a kísérletező teljesen sötét szobában kezét fotográfiai lemezre teszi s hosszabb ideig ott tartja. Előidéve a lemezt, kezének lenyomata körvonalakban észrevehető.

Ámde ez a kísérlet sem sikerül mindig. S ha sikerül, igen sok oly körülmény lehet még mindig a jelenség okozója, melynek semmi köze a sugárzásokhoz. Így a kéz melege, az epidermis kéntartalma, az izzadságban foglalt redukáló anyagok, az ujjak gyenge mozgatásával végzett dörzsölés okozta apró elektromos szikrák, melyeket száraz ujjal, száraz időben a zselatinlemezen létrehozni mindig sikerül. Mindezek az okok még akkor sincsenek teljesen elhárítva, ha a kéz és a lemez közé fekete papírost helyezünk.

Ilyen és hasonló módon készült fotográfiák nagy számmal és több szerzőtől ismeretesek.

Blondlot francia fizikus szintén hisz e sugárzásokban s azokat a tőle fölfedezett N-sugarakkal azonosoknak tartja. Jelenlétüket be is bizonyítja a maga módszerével, a foszforeszkáló ernyővel, mely e sugarak hatására élénkebb fényt lővel ki.

Szerinte főképpen az agynak vannak ilyen sugárzásai.

A dolog engem is annyira érdekelt, hogy megkísérlettem e sugárzásoknak a foszforeszkáló ernyővel való kimutatását. Mindig két, lehetőleg teljesen egyenlő ilyen ernyőt használtam, melyeknek

egyike az ellenőrzésre lett volna hivatva. Azonban a villódzás fokának megítélése annyira egyéni s a diszpozíciótól meg más körülményektől függő, hogy tárgyi-lagos véleményt mondani a dologról teljességgel lehetetlen.

Annak megállapítására, hogy valamely hatásra fokozódik-e az egyik ernyő villódzása — az egyéni megítélés elkerülése céljából — az ernyők fölé fotográfiai lemezt erősítettem, melyeket a kísérlet után azonnal előidéztem. Így sem sikerült sohasem pozitív eredményre jutnom. A hőhatások — melyeket pedig, emberi testről lévén szó, bajos elkerülni — sokkal nagyobb eltéréseket okozhatnak, mint akár maga az esetleges sugárzás.

Hogy *Blondlot*-nak mennyiben sikerült észleléseit a körülményektől függetleníteni, nem tudom. Az *N*-sugarak különben is kétes híre azonban nem nagy bizalmat kelt e vizsgálatai iránt sem.

Még egy — több szerzőtől származó — észlelést kell fölemlítenem, mely eredetileg annak kimutatására irányult, hogy az emberi szervezetbe mily mélységig jut el a fény?

A kicsiny fotográfiai filmet fénytől mentesen beburkolták s nedvességtől és gázoktól átjárhatatlan tokocskába helyezték. Az egész készüléket azután a kísérleti beteggel elnyelelték. Ha a beteg egész idő alatt világos helyen, napfényen tartózkodott, akkor a mintegy 24 óra múlva előkerült és előidézett filmdarabka megfeketedett. Ellenkező esetben, ha a beteg sötét helyen tartózkodott, alig lehetett a filmen fényhatást kimutatni.

Ezt azután úgy magyarázták, hogy előbbi esetben az emberi testen át egészen a gyomor belsejébe, illetve a belekig eljut a fény; pedig ama fényhatásoknak nyilván más oka van.

\* \* \*

»Akármilyen hihetetlennek lássék is némely oly tény, a melyet egész sereg megfigyelő állít, mégis el kell hinnünk, hogy az legalább kis részben a tapasztalat szüleménye s csak okaiban félreismert, vagy félremagyarázott« — mondja *Spencer Herbert*.

Vizsgáljuk meg tehát kissé, vajjon lehet-e az emberi test sugárzások forrása s ha igen, mi lehet a sugárzások közvetlen oka?

Láttuk, hogy csupa oly sugárzásról van szó, a melyet szemünkkel nem láthatunk, de a melynek hatását fotográfiai lemezen s a foszforeszkáló ernyőn észlelhetjük. Következésképpen ezek oly sugarak lehetnek, a melyek vagy ibolyántúliak, vagy azokhoz hasonlóak.

Ilyen sugarakat pedig *Molisch* szerint a világító baktériumok sem lövelnek ki. Egyébként sincs bebizonyítva, hogy az ember testében élneek ilyen mikrobák.

Hanem azért az emberi test mégis lövelhet s valószínűleg lövel is ki ilyen sugarakat, melyek kémiai eredetűek. E sugarak bizonyos testek oxidációjakor állanak elő. Ugyanaz a jelenség ez, melyet kémiai lumineszcenciának nevezünk.

*Radziszewski* tanulmányozta azokat a testeket, melyek aktiv oxigénnel egyesülve, sugarakat lövelnek ki. Ilyenek mindama alkoholok, vagy alkoholszerű vegyületek aldehidjei, a melyek az emberi testbe a táplálékkal elég nagy mennyiségben kerülnek be: Az etil és metil alkohol aldehidje, acrolein, disacryl, szőlőcukor, továbbá egész sor aromás test, így csaknem valamennyi illó olaj. Ezenkívül csaknem az összes zsírok és zsírsavak bomlását kíséri fény. Hasonlóan taurochol, glykochol, cholsav, cholesterin, *lecithin*, cholin és neurin elbomlását is fény kíséri.

Mindezek az anyagok az emberi szervezetben rendkívüli mennyiségben

fordulnak elő s az átalakulási viszonyok még kedvezőbbek, mint »in vitro«, következőképpen a fényjelenségek itt sem maradhatnak el.

A nagy szerepre hivatott s mindenütt elterjedt lecithin bomlása és sugárzása mindenekfölött figyelmet érdemel.

Erről az anyagról, melyet oxigén jelenlétében a rádium-sugarak teljesen elbontanak, érdekes lesz egyet-mást elmondani, nevezetesen, hogy e bomlás hogyan történik s miként jöttek a nyomára.

A rádiummal való kísérleteknél már régebben keresték azt a fiziológiai anyagot, melyet a rádium megvilágítás közben bont el. Schwarz volt az első, kinek figyelme a lecithinre irányult. Ő tyúktojásokkal kísérletezett, melyeket a rádium hatásának tett ki. Szöveti elváltozásokon kívül főképpen a hatást kísérő igen kellemetlen, trimethylaminra emlékeztető szag tűnt fel neki. E mellett észrevette, hogy azon részek elváltozása a legnagyobb fokú, melyek legtöbb lecithint tartalmaznak.

Hogy az elváltozás valóban a lecithintől ered, az a kísérletek folyamán teljesen bebizonyosodott, mert a rádiumsugarak hatására a bomlás *in vitro* a tiszta lecithinen is bekövetkezik: megbarnul és trimethylamin szaga csakhamar érezhetővé válik.

Természetesen nemcsak a tyúktojás, de minden lecithintartalmu anyag módosul a sugárzás hatására. Így Schaper, ki békapetékkel kísérletezett, szintén úgy találta, hogy az elváltozás székhelyét a lecithintartalmú részekben kell keresnünk.

Ezek alapján Werner úgy okoskodott, hogy ha a sugárzásoknak a szövetekben elbomló lecithin az oka, akkor a sugárzásokkal előre elbontott lecithinnek hasonló hatásának kell lennie. Ennek bizonyítására kevés ovo-lecithint három napra 10 mg rádiumbromid hatásának

tett ki, minek következtében az erősen megbarnult, kellemetlen szagúvá lett, míg az ugyanezen idő alatt a levegőn álló másik próbán semmi különösebb elváltozás nem volt észlelhető.

Ebből az anyagból 1 g-ot 5 cm<sup>3</sup> langyos vízzel eldörzsölve s a kísérleti állat bőrébe, vagy bőre alá fecskendezve, az oldat gyorsan felszívódott, de semmiféle különös hatás nem jelentkezett. Ha ellenben a befecskendezés mélyebbre történt, azonnal beállottak a rádiumhatásokra mutató szokott összes jellemző tünetek, még pedig annyira nagy mértékben, hogy Werner szerint az ilyen, előbb a sugárzások hatásának kitett lecithin a rádiumhatások kiváltására épp oly alkalmas, mint maga a rádium.

E mindenesetre különös jelenség érdekességét fokozta még az is, hogy a kísérletnek alávetett lecithin *hidrogén-áramban nem volt így átváltoztatható*, mi a mellett bizonyít, hogy az indukált aktivitás jelensége itt nem forog fenn, mert akkor ennek a lecithinnek is, ha bőr alá fecskendezték, az előbbihez hasonló hatást kellett volna kifejteni. Ez azonban hatástalannak bizonyult. Különben onnan is látszik, hogy a hatás nem az indukcióban leli magyarázatát, hogy ha a lecithin elváltoztatására — levegőatmoszférában — a rádiumsugarak helyett Röntgen-sugarakat használtak, az átváltozás éppen úgy sikerült, mint az előbbi esetben.

Mindezek alapján nem maradt egyéb hátra, mint valamely, az *oxigén jelenlétéhez kötött* s a fény hatására beálló chemiai bomlásra gondolni.

S valóban chemiai bomlásról van szó. A lecithin a megvilágítás következményeképpen cholinra és ez tovább trimethylaminra bomlik.

De más anyagok jelenlétében fény hatására ugyanezen anyagokból elő is állítható a lecithin.

A míg e folyamat egyrészt az emberi szervezet lecithinjének képződésére és bomlására vet világosságot, másrészt azt bizonyítja, hogy talán e kémiai reakciókon kívül, a bomlás közben kilövelt fénynek is szerep jut, hogy *talán az idegrostok működése e minimális fényjelenségekre vezethető vissza.*

Nagyon sok tény támogatni látszik e föltevést. Így egyrészt az, hogy a lecithin főképpen az idegrendszer felépítésére szolgál. Az agyszövet lecithinben a legdúsabb. Több mint nyolcszor annyit tartalmaz belőle, mint az izomszövet. Másrészt Bókay-nak Hoppe-Seyler laboratóriumában végzett kísérletei bizonyítják, hogy a lecithinek a szervezetben, bizonyos hatásokra, víz felvétele közben glicerinfoszorsavra, zsírsavakra és cholinra esnek szét.

Szóval a lecithin az emberi test legelterjedtebb anyaga, mely még a vérben is előfordul, könnyen bomlik, különösen oxigén jelenlétében s bomlása *in vitro* fénykilövelléssel jár. Föltehető, hogy miután a körülmények a bomlásra — különösen a lúgos hatású vérben\* — igen kedvezőek, a fénykilövellés itt sem marad el.

A gyomor és a közelében lévő szervek szintén forrásai lehetnek a sugárzásoknak. E szervek közül az epe és a máj első sorban jöhet tekintetbe, mert azok az anyagok, melyek itt fordulnak elő, a legalkalmasabbak a fény kilövellésre.

De talán egyik helyen sincs az emberben a sugárzásokra oly kedvező talaj, mint magában a vérben.

Hogy ezt alaposabban tárgyalhassuk, előbb kissé a vér sajátágaival kell megismerkednünk.

Az ütőeres vér 100 térfogatrészében mintegy 20—25 térfogatrész oxigén van

\* A lúgos közegben lefolyó oxidáció a legjobban kedvez a sugárzásoknak.

(00-on és 760 mm nyomás alatt). Ez sokkal nagyobb mennyiség, semhogy egyszerű abszorpczióról lehetne szó, mikor ugyanilyen körülmények között 100 térfogat víz még egy térfogat oxigént sem tarthat oldva. Ennek az oxigénnek tehát kémiai-lag kell kötve lenni, a mit a haemoglobin végez. A vivőeres vérben az oxigéntartalom 50/o-ra süllyed. A megfuladtak vérében az oxigéntartalom egészen a minimumra süllyed.

Hogy mily óriási gyorsasággal történik az oxigén megkötése, és annak felszabadulása, fogalmunk lehet akkor, ha tudjuk, hogy pl. a kutyanál 15 másodperc alatt a vér teljesen körülfutja a testet.

Ezenkívül igen nagy azoknak a reakcióknak a szerepe, melyek a vér közvetítésével játszódnak le. Magának az oxigénnek a felhasználása pedig nem csak a tüdőben, hanem úgynevezett belső lélekzés útján az összes szövetekben történik.

Szempontunkból különösen érdekesek azok a megfigyelések, melyeket Schultze a *Lampyris splendidula* nevű bogáron végzett. Ennek az állatnak világító szerveiben a tracheák végén »mint apró virágok a többfelé ágazó virág-száron« bizonyos apró sejtek foglalnak helyet. Ezek a sejtek, valamint a trachea-végek ozmiumsavval — fémes ozmium leválása közben — erősen feketére festődnek. Tehát a sejtekben valamely energikus oxigént elvonó anyagnak kell lenni. Így közel fekvő az a gondolat, hogy ez az anyag okozza a tracheáktól hozzávezetett oxigénnel való egyesüléskor a fényfejlődést.

A páros világító szerv világítása az állatból kivéve nem szűnik meg, sőt a belőle készített mikroszkópi készítmény is tovább világít. Mikroszkóp alatt a fényfejlődés ritmikusan történik, éppen úgy mint magában az egész állatban eleven



állapotban. E fény fejlődés mindig apró szétszórt pontokból indul ki, melyek száma és elrendezése a trachea-végsejteknek felel meg. Ha azonban az oxigént a készítménytől távoltarjuk, a világítás azonnal megszűnik.

Ha ezeket az állatokat elevenen ozmiumsav-oldatba helyezzük, a világító szervek akkor is feketére festődnek, mi mindenestre fontos bizonyítéka az oxigén szerepének.

Egyébként, hogy villódzásukhoz az összes élő szervezetek oxigént igényelnek az alsóbbrendűekre nézve Molisch, a magasabbrendűekre nézve Milne Edwards bizonyította be. Utóbbinak *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée* című munkájában sok érdekes és értékes adatot találhatunk.

Viszont Radziszewski szerint minden lúgos közegben lejátszódó oxidációs folyamat fény kilövelléssel jár. Minthogy pedig a vérben mindezek a fentebb említett körülmények a legnagyobb mértékben kedvezőek, a tápláló anyagok

oxidációja rendkívül gyors és tökéletes, s minthogy összes szöveteinket keresztül-kasul járják a vérerek, nagyon valószínű, hogy testünk bizonyos sugárzásnak lehet forrása.

A mióta tudjuk, hogy a belehelt oxigén — legalább egyes szerzők szerint — szöveteinkben ózonná változik, azóta ez anyagban a sugárzásoknak még egy formáját sejthetjük. Sőt már maga az a tény is, hogy ózon keletkezik, sugárzások jelenlétére vall; azonkívül tudjuk, hogy az ózon elbomlásakor sugarakat lövel. Ha tehát a sejtekben az oxigénből valóban ózon képződik, akkor ebben az egy tényben, egyszerre kettős támaszunk van a sugárzás létezésére nézve.

Mindeme folyamatoknál — már az energia megmaradásának elvéből kifolyólag is — a test hőmérsékének, de talán főképpen a környezet sugárzásának nagy szerep jut.

Vajha e föltevések helyes vagy helytelen voltát, mielőbb kísérletekkel dönthetnők el!

DR. SZILÁRD BÉLA.

## A levegő nitrogénjének értékesítéséről.\*

A Földünket övező légkörben körülbelül 21 térfogatszázalék oxigén és 79% nitrogén van. Míg a levegő oxigénjét vegyületek közvetlen előállítására értékesíteni semmiféle nehézségbe sem ütközik, addig a nitrogén, legalább rendes hőmérsékleten, minden testtel szemben közömbös. Azok a kísérletek, a melyeket azért végeztek, hogy nitrogént levegőből állítsanak elő, még a 18. században kezdődtek. 1781-ben Cavendish H. a víz

összetételét vizsgálván, azt tapasztalta, hogy fölös levegőben eléggé hidrogén nem tiszta, hanem salétromsavas vizet eredményez. Ezzel bizonyította, hogy a különben meglehetősen közömbös nitrogén bizonyos körülmények között elég lehet. Öt évvel később, 1786-ban, ugyan ő bizonyította, hogy a levegőben levő nitrogént el lehet égetni, ha az elégetésére szükséges oxigénnel elegyítve, elektromos szikrákat üttetünk az elegyen keresztül. Körülbelül ugyanebben az időben, Priestley is ezt tapasztalta.

Az a kor nem volt megérve arra, hogy e fölfedezés jelentőségét felismerjék,

\* Kivonat Witt N. Ottó műegyetemi tanárnak a műegyetemi kémiai technológiai intézet felavatásakor Berlinben tartott előadásából.

A 19. század számos kutatójának munkájára volt szükség, hogy előbb a nitrogénnek körútját a természetben fölismerjék. E körútban a fiziológiai folyamatoknak főszerepe van s ezt csak akkor ismerheték meg, mikor Liebig az előlények táplálkozásának megértéséhez az útát előkészítette. Ezzel a salétromsav és származékai a sokat használt vegyszerek köréből kilépnek, hogy — mint a földfelületen lévő összes életnek főkellékei — sokkal fontosabb hivatásra tegyenek szert. A fiziológia elvein felépült biológiai kutatások világosan kimutatták, hogy a szervezetek a salétromsav felhasználása következtében származó termékeket miként változtatják ammoniára, hogy azután ebből más szervezetek részben megint salétromsavat, részben szabad nitrogént termeljenek.

A szabad nitrogén megint visszatér a levegőbe, honnan körútjára indult. A felhasznált salétromsavat a légkör elektromos kisülései folytán újra keletkező nitrogénvegyületek fedezik, úgy hogy végre a nitrogén körútjában bizonyos egyensúlyi állapot következik be. De ez az egyensúly csak a növények normális nitrogénfogyasztását elégíti ki, vagyis csak azt, a mi a Földön, az ember közreműködése nélkül megy végbe; mihelyeset túlgazdag terméstről van szó, miként ezt ma, az »intenzív földművelés« révén valóra igyekeznek váltani, akkor a növényeknek a természettől kimért nitrogén-vegyület már nem elegendő, ezt a növényeknek nitrogéntrágya alakjában kell pótolnunk. Ámde a természetnek, évezredek óta formált és ráncmaradt, nitrogén forrásainak egyike sem kimeríthetetlen. Az ammoniumsók szűken kitaranak addig, a míg szénkészleteink elfognak. Ezt az időt megkísérlették kiszámítani; a különböző értékekből csak azt látjuk, hogy még meglehetősen távol eső jövőben következik be. Sokkal veszedelmesebb a helyzet salétrom-készleteink-

kel, melyek közül — nem tekintve egyes csekély jelentőségű lelőhelyeket — tulajdonképpen csak az Atakama-pusztán levő csilisalétrom-telepekről lehet szó.

Alapos számítások útján kimutatták, hogy ezeket 20 év alatt teljesen kiaknázzák, ha tovább is ily mértékben folyik a salétrom felhasználása. Ezeknek a körülményeknek ismerete sarkalt e század elején több kutatót arra, hogy a levegőben levő tömörkedő nitrogént lekötni igyekezzenek. E kutatók között legnagyobb szerencsével Frank tanár működött. Frank eljárása a tiszta nitrogénnek földalkalifémkarbidokra való hatásán alapszik. Először báriumkarbiddal, később a könnyebben hozzáférhető kalciumkarbiddal kísérletezett. E testek gyenge izzáson a nitrogént elnyelik és ők maguk a cyanamid fémsójává alakulnak, melyek könnyen bomló vegyületek lévén, a földben rövid idő alatt ammoniát fejlesztve, bomlanak. Miként látnivaló, a kalciumcyanid minden további hozzájárulás nélkül igen alkalmas műtrágya. E célra gyárilag elő is állítják és »calciumnitrogén« elnevezés alatt hozzák forgalomba. Mivel a »calciumnitrogén« előállításának egyik kiinduló anyaga a kalciumkarbid, ennek előállítása pedig sok elektromos energiát emészt fel, azért ez új iparág első feltétele az olcsó elektromos erő, második az, hogy a levegőből lehetőleg olcsón és kényelmesen lehessen elkülöníteni. Az első nagyobb arányú, e fajta vállalat Olaszországban létesült, hol nagy vízerőket használtak fel.

Bármennyire megragadja is ez a vívmány képzeletünket, a kémiai nagyipar és a mezőgazdaság érdekeit tekintve sokkal jelentősebbek azok az eljárások, a melyek a salétromsavat a levegőből egyszerűen annak elégetése által igyekeznek előállítani. A salétromsavnak iparilag is nagyobb tere van, mint az ammoniának, és mint növénytápanyagnak, meg

az a kiváló tulajdonsága van, hogy közvetlenül áthasonítható, a nélkül, hogy nitrifikáló baktériumok hozzájárulása is szükséges volna.

Mivel Cavendish kísérletei, továbbá a 19. században végzett kísérletek bebizonyították, hogy minden a földön létező kötött nitrogén a levegőben lévő nitrogénnek meg nem szűnő, de igen kis mértékben végbemenő égésére vezethető vissza, azért nem volt nehéz arra gondolni, hogy keresni kell, olyan feltételeket, amelyek mellett a levegő nitrogénje a levegő oxigénjével könnyen egyesüljön. A feltételek teljesítve vannak, ha a levegőre nagymennyiségű energiát engedünk hatni. Az elektrotechnika hatalmas fejlődése révén nagymennyiségű elektromos energiát tudunk termelni s ezt felhasználhatjuk arra, hogy a levegő nitrogénjéből salétromsav keletkezzen. E törekvés közben egészen igaznak bizonyult az a régi tapasztalat, hogy tudományos megfigyeléstől annak technikai értékesítéséig mily hosszú és nehezen járható út vezet.

Már régen észlelték, hogy levegőben minden elektromos kisülésnél kimutatható mennyiségű salétromsav keletkezik, melynek mennyisége nagyon függ az elektromos szikra érvényesítésének módjától. Az első ez irányban végzett kutatások Cavendish tanulmányai alapján indultak meg. 1892-ben Crookes és 1897-ben lord Rayleigh kísérletezett a nitrogén és oxigén elegyével, utóbbi az argon fölfedezésére vezető munkáival összefüggésben. Őket követték: 1902-ben Muthmann és Hofer, kik lehetőleg nagy, hasznosítható százalékra törekedtek; de eljárásuk technikailag nem igen volt kivihető.

Közben Amerikában a Niagara-vizesés mellett 1 millió dollár alaptőkével megalkult az Atmospheric Products Co., mely a levegőnek elektromos úton való értékesítésére több készüléket szerkesztett.

Mint hogy azonban az előállítási mód nagyon költséges és megbízhatatlan volt, nem vezetett a kívánt eredményhez. Az amerikai feltalálóknaál nem sokkal több eredményt ért el Kowalski, Freiburgban a fizika tanára, munkatársával: Moscickival.

Az első valódi eredményt 1903-ban Birkeland Christian, krisztianiai tanár és a vele összeköttetésben álló norvég mérnök Eyde S. érték el. Birkeland tanár azt észlelte, hogy egy közép magas feszültségű, váltakozó áramú ívfény, erős mágneses térben korongalakot ölt. A mágneses mezőben uralkodó erők ugyanis arra törekcsenek, hogy a folyton újonnan keletkező lángot bizonyos fokig elfujják; így egyetlenegy, rövid és nagy hőmérsékletű ívfény helyett kétirány felé törekvő lángsorozat áll elő, mely a szemre nyugodtan égő napkorongként hat.

A Birkeland-féle lángnak üzemre alkalmas levegőégető-kemenczében való előállítása és az új vívmánynak kémiai czélokra való felhasználása Eyde nevéhez fűződik. Ő a váltakozó áramú koronglángot, lapos, rézzel páncélozott, tűzálló téglákkal bélelt kályhában idézte elő, melyen erős levegőáramot hajtott át. A kemenczét egyenárammal létesített elektromágnes két erős sarka között állította fel. Elektrodo-kul rézcsöveket alkalmazott, melyekben víz keringett. Miután e kemenczék használata jónak bizonyult, olyan hatalmas kemenczéket építettek, melyekben 2 m-nél nagyobb lángkorong áll elő. E kemenczék 5000 Volt feszültségű árammal működnek és 1905. május óta *Nottodenben* (Hitterdalban) állandóan üzemben vannak.

Az újkornagy eszméjének, »vízi erők értékesítésének« elhangzása óta, a technikai világ szeme Norvégia felé tekint, mint olyan országra, melyben a legnagyobb vízi erők vannak. Európában sehol sincsenek olyan nagy vízi erők, és fel-

használásukra nézve sehol sem olyan kedvező a helyzet, mint ott. Pontos vizsgálatok azt az eredményt adták, hogy a Birkeland-Eyde találmány kiaknázására alakult vállalat 14 koronáért tud egy lóerejű áramot évenként előállítani, a mi már elég olcsó arra, hogy a levegőből előállított salétromsav a csilisalétromban levő salétromsavval a versenyt fölvehesse. A termelés 500—600 kg tömény salétromsav ( $\text{HNO}_3$ ) 1 kilowattévre számítva.

A kemenczéből kiáramló, elektromos hatásra nitrogénoxidációs termékkel elegyedett levegő csak 2% nitrogénoxidot ( $\text{NO}$ ) tartalmaz, el nem égett nitrogénnel és oxigénnel elegyedve. A szabad oxigén hatására, a nitrogénoxid magától átalakul nitrogénperoxiddá ( $\text{NO}_2$ ), ebből ha ez vízzel érintkezik, ismert módon salétromsav és nitrogénoxid keletkezik. A nitrogénoxidot a levegő oxigénjével megint nitrogénperoxiddá kell változtatni.

A nottodeni gyárban, mielőtt a gázokat elnyeletnék, hőmérsékletüket csökkentik; ezt a meleget gőzkazánok fűtésére használják fel, és a keletkezett gőzzel a nitrátoldatot párologtatják be. Egy újabb épülő telepen azt tervezik, hogy a gázok melegét egyenesen a nitrátoldat bepárlására használják fel, a mi nagy hőmegtakarítással járna. Sőt tovább is akarnak menni, nevezetesen a keletkező gőzöket turbinák segítségével új elektromotoros generátorok hajtására akarják értékesíteni, mi által az elhasznált energia egy része megtérülne.

A lehűlt gázok most oxidáló toronyokba jutnak, melyeknek egyedüli rendeltetésük az, hogy a gázok áramlását meglassítva, időt engedjenek a nitrogénoxidnak ( $\text{NO}$ ) nitrogénperoxiddá ( $\text{NO}_2$ ) alakulni.

Innen a gázok elnyelő tornyokba jutnak. Ezek az ország segédeszközeihez elmés módon alkalmazkodva, hatalmas

gránitlemezekből készültek és kvarcczal vannak kitöltve, melyre a torony tetején álló készülékből, az egész keresztmetszetre egyenletesen elosztva, szakadatlanul víz csörgedezik. Alul a toronyból kifolyó, híg salétromsavat újlag a torony tetejére nyomják fel mindaddig, a míg 50% salétromsavat nem tartalmaz; ekkor mészkővel telítik. Az így előállított kalciumnitrátoldatot bepárolják, megolvastják. A megolvadt kalciumnitrátot vasdobokba folytatják, melyben megmerevedik. Ez az új termék gyorsan piacra talált, úgy hogy a kereslet máris nagyobb, mint a kínálat.

A fent ismertetett nottodeni telep kielégítőleg működik; napi termelése 1500 kg tömény salétromsav.

Tekintve azt, hogy a kalciumnitrát igen kitűnő műtrágya, feltehető, hogy még akkor sem lesz túlsok a termelés, ha — a mint az be is következik — a már létező és keletkező újabb gyárak termelésüket megsokszorozzák. A kalciumnitrátnak a csilisalétrom fölött megvan az az elsőbbsége, hogy nem tartalmaz nátriumot, melyről azt tanítja a tapasztalat, hogy a vegetációra káros, azonkívül perchlorattól és főleg chlorvegyületektől is mentes, a mi pedig a chemiai nagyiparban fontos.

A légköri nitrogént azonban épp olyan könnyen lehet nitríté mint nitráttá változtatni. A nitrít megint a festékiparban fog nagy változásokat előidézni.

A délamerikai csilisalétrom kivitele olyan óriási méreteket öltött, hogy összes európai vízi erőink sem tudnák azt pótolni; e mellett a mezőgazdaság fogyasztása oly óriási, hogy érezhető árcsökkenés, vagy elkeseredett verseny nélkül lehet mind a kétfajta salétromot árúsítani. A milyen mértékben kimerülnek a csili-salétrom-telepek, ugyanolyanban válik majd szükségessé a szintetikus nitrát gyártása, és mondhatjuk, ugyan-

ilyen mértékben fog gyártási módja is folyton tökéletesedni. Bizton remélhetjük tehát, hogy ha a természetes nitrogén trágya majd elfogy is, azért a mezőgazdaság szükségét nem fog látni. És ha nem csatlakozunk e reményünkben, akkor ez példa lesz arra is, hogy a természetben

felhalmozott készletek, melyek korántsem kimeríthetetlenek, nekünk úgyszólván csak előlegek, melyek arra serkentenek, hogy ismereteinket a tökéletesség legmagasabb fokára emeljük és általuk a mutatkozó szükségleteket fennakadás nélkül kielégítsük.

Közli : JÁMBOR JÓZSEF.

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

A szén vegyületei oxigénnel. Eddig két vegyületét ismertük a szénnek oxigénnel. Egyik volt a széndioxid, melyet szénsav névvel általánosabban ismernek; másik a szénmonoxid. Amaz akkor keletkezik, ha a szén a levegő oxigénje vagy a tiszta oxigén rovására tökéletesen elég; emez pedig akkor, ha a szénhez képest kevés az oxigén, illetőleg ha a képződött széndioxid izzó szénréteggel érintkezik, mikor az izzó szén a széndioxidot szénmonoxiddá redukálja.

A széndioxidot már régen felismerték; de összetételéről először csak abban az értekezésben van szó, a melyet Lavoisier és Laplace a hőről, 1783-ban mutattak be a francia akadémiának.

Első adatunk a szénmonoxidról 1716-ból való; ez azonban csak arról ad számot, hogy a faszén elégeésekor halált okozó gőz fejlődik. Szénmonoxidot először Lassone gyűjtött össze akkor, a mikor a cinkoxidot szénrel redukálta, míg összetételéről megbízható adatot csak 1802-ben találunk.

Semmi okunk sem volt azt hinni, hogy a szén más súlyviszonyok szerint is ne egyesülhetne az oxigénnel. Sőt ha arra gondolunk, hogy a szén hidrogénnel olyan sokféle vegyületté egyesül, föl kellett tételeznünk, hogy a szén oxigénnel vagy más elemi testekkel is, különféle súlyviszonyban alkothat vegyületeket.

1873-ban Brodie B. C. közölte, hogy szénmonoxidból elektromosság ha-

tására legalább is kétféle oxid származik, melyek szilárd halmazállapotúak. Ezek egyike a tetracarbontrioxid ( $C_4O_3$ ), mely az acetylén-sorba tartozó crotonylénnel ( $C_4H_6$ ), másika a pentacarbon-tetroxid ( $C_5O_4$ ), mely szintén az acetylén-sorba tartozó valerylénnel ( $C_5H_8$ ) hasonlítható össze.

1877-ben Berthelot ismételte Brodie kísérletét. A szénmonoxidból egy olyan vegyületet állított elő, a mely oxigénben szegényebb, mint a szénmonoxid.

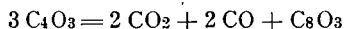
Az átalakulást úgy képzelhetjük, hogy öt molekula szénoxidból egy molekula széndioxiddá változik, négy pedig tetracarbontrioxiddá sűrűsödik össze:



Berthelot ezt a testet a víztől mentes borkősav bizonyos fájának minősítette, mely vízben, alkoholban nagyon oldható; ezüstnitráttal, ólomacetáttal, báriumhydroxiddal oldhatatlan vegyületeket létesít. Azóta ismeretessé vált az acetyléndicarbonsav  $C_2(COOH)_2$ , melyből eltávolítva egy molekula víz elemeit, a különbség  $C_4O_3$ , minél fogva e tetracarbontrioxidot inkább az acetyléndicarbonsav anhydridjének tekinthetjük.

Berthelot azt tapasztalta, hogy ez a test nitrogéngázkörben, 300—400°-ra hevítve, felbomlik széndioxiddra, szénmonoxiddra és valami sötétbarna porra, mely utóbbi test oxigénben szegényebb, mint a tetracarbontrioxid. Ha keletkezé-

séről számot akarunk adni, föltételezzük, hogy három molekula tetracarbontrioxidból két molekula széndioxid, két molekula szénmonoxid s egy molekula octocarbontrioxid létesül:



Ez a vegyület a dioxyphtalsav  $\text{C}_8\text{H}_2(\text{OH})_2(\text{COOH})_2$  anhydridjének nevezhető, s mint ilyent, tehát egy áromás-savval kapcsolhatjuk össze.

Az octocarbontrioxid magasabb hőmérsékletre hevítve ismét bomlik s egy, szénben még gazdagabb vegyület képződik.

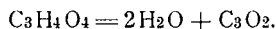
Ezek a változások emlékeztetnek a szénhidrogéneknek hőokozta bomlásaira, mert ezekből is magas hőmérsékleten szénben gazdagabb és hidrogénben szegényebb szénhidrogénszármazékok keletkeznek.

Berthelot azt tapasztalta, hogy a szénmonoxidból kiindulva nemcsak ezeket a szilárd halmazállapotú termékeket lehet előállítani, hanem még egy gázneműt is, melyet az 1891-ig használt hűtő eljárások szerint folyóssá változtatni nem lehetett. Ezt a gázt akkor észlelte, mikor chemiailag tiszta szénmonoxidot, körülbelül 550°-ra hevített. Eddig nem közölt elemzési adatokat, s csak a gáz nagy illékonyságából következtette, hogy annak a dicarbonmonoxidnak —  $\text{C}_2\text{O}$  — kell lenni. Ha tiszta szénmonoxidot a vörösszáz hőmérsékletére hevített, szénkiválást, széndioxidképződést állapított meg s megint keletkezett valami gáznemű test, mely a szénmonoxidtól különbözött. Minthogy hőmérsékletemelésre a kiváló szén mennyisége nem szaporodott, ellenben a széndioxid mennyisége a szén kiválása nélkül is gyarapodott, azt következtette, hogy a szénmonoxid nem közvetlenül bomlik szabad szénre és széndioxidra, mert ekkor a hőmérséklet emelkedésével növekednék a szabad szén mennyisége is, hanem bizonyos hőmér-

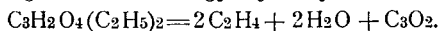
sékleten a szénmonoxidban levő szénatómoknak egymáshoz kell fűződniek. A szénatómok kapcsolódása egymással, valamint egy ilyen oxigénben szegényebb suboxidnak képződése is, csak bizonyos határig tart, mert mihelyest a hőmérséklet magasabb lesz, mint az, a melyen a dicarbonmonoxid képződik, ez a különben kis mértékben állandó vegyület, szabad szénre és szénmonoxidra bomlik.

Berthelot szerint a dicarbonmonoxid a glykolsav anhydridje, föltéve, hogy az általa megfigyelt gáz összetétele valóban  $\text{C}_2\text{O}$ -nak bizonyul. Ugyanis a glykolsav molekulaképlete  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$ , miből, ha két molekula víz elemeit:  $2 \text{H}_2\text{O}$ -t eltávolítunk, valóban  $\text{C}_2\text{O}$  a maradék.

A  $\text{C}_2\text{O}$  molekulaképlete az acetylenéhez ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) hasonlítható, s egy szén- és oxigént tartalmazó olyan vegyületsornak első tagja, a melynek általános molekulaképlete  $\text{C}_n-1\text{O}_n-2$ . Ennek a sornak második tagját, néhány hónappal ezelőtt állították elő Berlinben Diels Ottó és Wolf Bertrám. Ők malonsavas aethyl gőzét magas hőmérsékletre hevítve, sok phosphor-pentoxid-dal érintkezve, desztillálták át, midőn víz és aethylén bomlástermékeken kívül, tricarbondioxid képződött. A malonsav molekulaképlete  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$ ; ebből két molekula víz elemeit elvonva,  $\text{C}_3\text{O}_2$ -t kell találnunk.



Ámde ők nem malonsavat, hanem malonsavas aethylt használtak; következéské az átalakulást így fejezhetjük ki:



Az aethylént és a tricarbondioxidot folyós levegővel hűtött edényben gyűjtötték össze s az aethylént szobahőmérsékleten párologtatták el a tricarbondioxid mellől. Diels és Wolf a tricarbondioxidot szén-suboxidnak óhajtják nevezettni. Minthogy Berthelot ezt a nevet a szénmonoxidból előállított termékekre alkalmazta elő-



szőr, választásuk nem szerencsés. Ez a név valamikor csakis a dicarbomondioxidot illetheti meg okszerűen.

A tricarbondioxid szintelen, erősen fénycsökkentő folyadék + 7 C<sup>o</sup>-ig. Gőzének szaga az acrolein és a mustárolaj szagára emlékeztet. Erősen kormozó lánggal ég, mely kékszínű. Két molekula vízzel kristályos vegyületté: malonsavhydráttá, aetherben oldott ammoniával, malonamiddá egyesül.

Magában közönséges hőmérsékleten is bomlik, még jobban 37 C<sup>o</sup>-on. Közönséges hőmérsékleten olyan szilárd test keletkezik belőle, a mely vízben sötétpiros színnel oldódik. A 37 C<sup>o</sup>-on keletkező termék vízben csak részben és sötétfeketepiros színnel oldódik. 100 C<sup>o</sup>-on nagyon gyorsan, mondhatni pillanat alatt bomlik. A bomlás-termékek összetétele ismeretlen.

A tricarbondioxid gőze a szemet, orrot, lélekző szerveket izgatja; nagyobb mennyiségben belékelvezve fulaszt.

E vegyület összetétele hasonló a tricarbondisulfidéhoz, melyet kb. 13 évvel ezelőtt Lengyel Béla állított elő. A tricarbondisulfidot az eddig még elő nem állított thiomalonsav anhydridjének minősíthetjük.

A szénnek vegyülei oxigénnel joggal tekinthetők savanhydrideknek, s ha a szénhidrogén-sorok tagjaihoz hasonlítjuk őket, a következő vonatkozásokat állapíthatjuk meg:

A *széndioxid* (CO<sub>2</sub>) hasonlítható a paraffin-sor első tagjához: a *methán*hoz (CH<sub>4</sub>)-hoz. Vele kapcsolatos savhydrátok: a metaszénsavhydrát: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, és az orthoszénsavhydrát: CO<sub>2</sub>, 2H<sub>2</sub>O.

A *szénmonoxid* az (CO) *aethylen*-sor első, szabadon elő nem állított tagjává: a methylénnel (CH<sub>2</sub>) hasonlítható össze. Vele kapcsolatos savhydrát a hangyasav CO, H<sub>2</sub>O = CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

A *dicarbonmonoxid* (C<sub>2</sub>O) olyan helyet foglalna el a szénből és oxigénből álló ve-

gyületek között, mint az *acetylén* a vele egy sorba tartozó szénhidrogének között. Erről még keveset tudunk. Anhydridje volna a glykolsavnak: C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>.

A *tricarbondioxid* (C<sub>3</sub>O<sub>2</sub>) az acetylén-sor második tagjához: a propinhez vagy allylénhez (C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>) hasonlítható. Vízzel malonsavvá egyesül C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub> = C<sub>3</sub>O<sub>2</sub>, 2H<sub>2</sub>O

A *tetracarbontrioxid* (C<sub>4</sub>O<sub>3</sub>) az acetylén-sor harmadik tagjához a crotonylénhez (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>) hasonló összetételű s vele kapcsolatba hozhatjuk az acetylendicarbon-savat C<sub>2</sub>(COOH) = C<sub>4</sub>O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O.

Az *octocarbontrioxid* (C<sub>8</sub>O<sub>3</sub>) összehasonlítható egy olyan szénhidrogénnel, a mely a C<sub>n</sub>H<sub>2n-10</sub> sorozatba tartoznék s a mely mindenesetre a ciklusos szénhidrogének között találna helyet. Ez a dioxyphthalsav anhydridjeként tekinthető, mely sav éppen három molekula víz elemeivel tartalmaz többet, molekulaképlete: C<sub>8</sub>H<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>(COOH)<sub>2</sub> és aromás szénhidrogén-származék.

A tricarbondioxid keletkezésének módja alkalmas rá, hogy alapot adjon másféle szén és oxigént tartalmazó vegyületeket előállítani s valószínű, hogy e carbonoxigén-sorok kiegészítése, esetleg szaporítása, már rövid időn sorra kerül.

ILLOSVAY LAJOS.

**Az ásványok gáztartalmáról.** Az ásványok gáztartalmára akkor terelődött a chemikusok figyelme, a mikor Graham a lénártói meteoritot vizsgálta. Ő azt tapasztalta ugyanis, hogy e meteoritból léghíjas térben hevítve, saját térfogatánál majdnem háromszor akkora térfogatú gáz válik ki, a melynek nagyobb része hidrogén, kisebb része pedig szénmonoxid, széndioxid és szénhidrogének. Ez a megfigyelés az akkori tudományos körökben óriási feltűnést keltett, mert ezen az alapon, az égi testek szerkesztésére kezdtek következtetni. Graham kísérleteit mások is megismételték,

s rövidesen kiderült, hogy nemcsak minden meteorit, de az ásványok tetemes része is, több-kevesebb gázt tartalmaz. De a már említetteken kívül más gázok is előfordulnak bennök, pl. a nitrogén, azonkívül egyesekben az argon és a helium is. E két utóbbi gáz azonban csak olyan ásványoknak alkotórésze, a melyekben ritka elemek is találhatók.

Bár *Gr a h a m* megfigyelése teljesen helyesnek bizonyult, mégis a hozzáfűzött magyarázat ellen többen óvást emeltek. Szerinte e gázok részben szerves anyagokból, részben pedig hidrogénes légkörből származnak, melyben hosszabb ideig vörös izzó állapotban nyomásnak voltak kitéve. *William s C.* azt tapasztalta, hogy a cinkpor hevítve hidrogént fejleszt, jóllehet soha semmiféle hidrogénes légkörben nem volt. Ezért valószínűnek tartja, hogy a hidrogén a nedvesség elbomlása folytán keletkezik. Minthogy pedig a vas is hasonlóképpen viselkedik, feltételezi, hogy a meteorok is víz elbontása révén adják e gázt. Mennyileges elemzések is ezt a felfogást igazolták.

*William s* azonban nem tudta megállapítani, hogy a vízből miként keletkezik a hidrogén. E jelenséget *Tilden V. A.*-nak sem sikerült megmagyarázni, pedig ő nagyon sok ásványból kiűzött gázt elemzett. Szerinte az ásványokból kiűzött gázokban a hidrogén rendszer mennyisége 88%, de lehet ennél több is. A széndioxid-tartalom 5.5%-tól, 7.8%-ig emelkedhetik. A szénmonoxid mennyisége 2.16% és 20%, a szénhidrogének, nevezetesen, a metán mennyisége pedig 0.5% és 10% között ingadozhat.

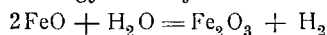
*Tilden*-nek is feltűnt a hidrogénnek és a kétféle szénoxidnak nagyobb mennyisége, de ezt úgy magyarázta, hogy azok az ásványok, a melyek e gázokból sokat tartalmaznak, akkor keletkeztek, a mikor a levegő vízgőzzel és széndioxid-

dal volt telítve. Minthogy pedig az ásványok képződésénél magas hőmérséklet uralkodott, megvolt annak is az alkalma, hogy a szénnel fémkarbidok is keletkezessenek. Másfelől a legtöbb ásvány vizet is tartalmaz, a mely melegítéskor hatván a karbidokra, szénhidrogéneket fejleszt. Szóval, *M e n d e l e j e f f* petróleumképződési elméletét alkalmazta, az ásványokban lévő szénhidrogének keletkezésére.

*Morris W. Travers*, *Ramsay* híres munkatársa, azonban nem elégedett meg ezzel a magyarázattal. Azon körülménynél fogva, hogy a legtöbb ásvány hevítve hidrogént és szénoxidokat bocsát el, az ásványok szerkezetének és alkotórészeinek alaposabb megvizsgálását tartotta szükségesnek. Finom csiszolatokat készített; de ezeknek felületén még mikroszkóppal sem látott oly mélyedést, a melyről feltételezhette volna, hogy benne gáz volt. El kellett tehát vetnie azt a nézetet, hogy az ásványokban mélyedések vannak, melyekben esetleg nyomás alatt gázok lehetnek. Ez ellen szólt továbbá az a körülmény is, hogy a finom porrá tört ásványból éppen annyi gázt kapott, mint a durva darabokból. Viszont azt sem tételezhette fel, hogy e gázok talán kötött állapotban vannak jelen, mert egyesek savakkal gázt fejlesztenek, azonban léghijas térben hevítve nem, és megfordítva.

Ekkor az ásványok alkotórészeit tette tanulmány tárgyává és csakhamar kiderítette, hogy azok az ásványok, a melyek szénoxidot és hidrogént fejlesztettek, ferrooxidot már egyáltalán nem, vagy sokkal kevesebbet tartalmaznak, mint előbb.

A ferrooxid és a fejlődő gázok között tehát összefüggésnek kell lenni, a mit a következő egyenlet fejez ki :



Ez a reakció azonban nemcsak ferrooxid jelenlétében megy végbe, hanem

akkor is, ha mangánoxid vagy alacsonyabb uranoxid van jelen. Némely ásvány nem melegítésre, hanem savak hatására fejleszt hidrogént. Szerinte ennek az a magyarázata, hogy ezekben tiszta fémes vas, vagy más fém van jelen, a mely savakkal hidrogént fejleszt.

De például, a ferrooxidra nemcsak a víz, hanem a szénsav is hat és pedig olyképpen, hogy ferrioxid és szénmonoxid keletkezik.



Igy keletkezhet tehát a széndioxid hatására a szénoxid.

Ha valamely ásvány ferrooxid-tartalmát meghatározzuk, azután gázt állítva elő belőle, újlag megállapítjuk annak mennyiségét, az eltűnt ferrooxid mennyiségének egyenértékűnek kell lenni a keletkezett hidrogénnel és szénoxiddal. A kísérlet igazolta T r a v e r s föltevését.

Szerinte a szénhidrogének, a melyek egyes ásványokban előfordulnak, nem M e n d e l e j f f elmélete szerint, hanem bitumenes anyagokból fejlődtek.

A nitrogénről azt tapasztalta, hogy csak fölötté ritkán található ásványokban.

A kvarcz és a földpátok szerinte csak hidrogént és szénmonoxidot adnak, a csillámok ellenben csak hidrogént.

Nagyszámú kísérleteiből tehát azt következteti, hogy csak a széndioxid lehet az ásványok alkotórésze.

A meteorit-gázokban széndioxid, szénmonoxid, hidrogén, nitrogén esetleg szénhidrogén lehet. Ezek közül a hidrogén és a szénoxid szintén csak melegítés folytán képződik. Ennélfogva mikor ezen alkotórészekből a meteorok szerves világára következtetünk, nem lehetünk eléggé óvatosak.

De az ásványokban két ritka gáz is előfordulhat: az argon és a helium. E ritka gázokat csak akkor kezdték keresni, a mikor R a m s a y kimutatta, hogy a cleveit heliumot tartalmaz. Az összes

ritka ásványok ez irányú feldolgozása sokkal terhesebb feladat volt, semhogy azt egy ember megoldhatta volna, azért Ramsay megosztotta munkáját M. T r a v e r s-sel. E két tudós azután rendkívül sok ásványt vizsgált meg. Így többek között a fergusonit-et, bröggerit-et, samarskit-et monazit-et, columbit-et, továbbá az uránérczeket. Kiderült, hogy az említett ásványok mindegyikében van kisebb mennyiségű argon és helium. Kísérleteik szerint 1 g cleveitből 7·2 cm<sup>3</sup> helium választható ki. Ezzel szemben a többiek-ből jóval kevesebb. Így 1 g bröggeritből alig kaptak 1 cm<sup>3</sup> heliumot, ugyanannyi fergusonitből 1·1 cm<sup>3</sup>-t, ugyanannyi samarskit-ből pedig legfeljebb 0·6 cm<sup>3</sup> heliumot találtak. Egy Norvégiából, Hittervérről származó malaconból, sem argont, sem heliumot nem sikerült kiválasztani. A fejlődött gázban csak hidrogént, széndioxidot, és szénmonoxidot ismerhettek fel. Ez utóbbiakat nemcsak a malaconból sikerült kiválasztani, hanem a fentemlített többi ásványokból is. Így a fergusonit Collci szerint 54·7% hidrogént, 19·9% szénsavat és 31·2% heliumot tartalmazott.

C z e r n i k C. P. két ceritben határozta meg e ritka gázokat. A ceritek a Kaukazusból származtak. Az egyik, a melyikben nagy mennyiségű uránium is volt, kaliumhidroszulfáttal összeolvasztva vacuumban, olyan gázt fejlesztett, a melynek összetétele: 4·8% oxigén, 3·6% hidrogén, 90·5% nitrogén és argon. A másik ceritben 1·1% heliumot talált.

T h o m s o n J u l i u s az ytteroceritben állapította meg a heliumot, de ugyanakkor nagy mennyiségű széndioxidot is talált. Ez utóbbi a hidrogénnel együtt a fluoritban is előfordul, de benne sem argon, sem helium nincs.

C r o o k e s W i l l a m s, a bröggerit, cleveit, uranit gázait vizsgálta és hasonlította egymással össze. Kísérleteiből azt következtette, hogy az első kettőből fej-

lődő gáz azonos, mert színeképök egybevágó. Az uraninitből kiválasztott gáz színeképében azonban, még egyéb vonalak is láthatók.

Lockyer Norman, többek között az eliasit gázát is megelemezte. Megtalálta ebben is a helium jellemző vonalait, de úgy véli, hogy ez a gáz nem azonos azzal, a melyet a cleveit- és bröggeritből lehet kapni. Különösen a színekép kék részlete nem volt összeegyeztető egymással, mert oly vonalak is voltak benne, a melyek csak egyes csillagok színeképében találhatók fel. De azt is tapasztalta, hogy a helium jellemző  $D^3$  vonalát az eliasit gáz nem minden részlete adja. Az uránérczek gázaiban mindig megvan a kettős  $D^3$  vonal, több vonal társaságában. Ezek az idegen vonalak előfordulnak a cromospherában, továbbá az Orion ködében és a Bellatrix-ban. Abból kiindulva, hogy az uránérczek gázaiban a helium színeképén kívül mindenkor még más vonalak is megállapíthatók, azt véli, hogy ebben még ismeretlen gáznak is kell jelen lenni.

Lockyer-nek e gázvizsgálatoknál még az tűnt fel, hogy azok az ásványok, a melyekből a helium állítható elő, mindig urán, yttrium-, avagy thoriumtartalmúak. Éppen ezért kijelenti, hogy e három ritka elem és a helium között bizonyos összefüggésnek kell lenni. Azonban a kapcsolatot nem találta meg. Egyetlen egy hidratos zirkonszilikát  $3[ZrO_3 \cdot SiO_2] \cdot H_2O$  adott sok argon mellett kevés heliumot, jöllehet sem uránt, sem yttriumot, sem pedig thoriumot nem tartalmazott. Ez az ásvány még arról is nevezetes, hogy aránytalanul nagyobb benne az argon, mint a helium mennyisége.

Mármost az a kérdés, hogy vajjon ezek a gázok kötött, vagy pedig csak oclusios állapotban vannak-e jelen? E tekintetben a vélemények megoszlanak. Czernik P.

kísérleteiből arra következtet, hogy a cleveitben kötött állapotban van az argon és a helium. Bizonyítja szerinte ezt az a körülmény, hogy a cleveit kissé melegítve csak széndioxidot tartalmaz és csak erősebb melegítésnél mutatkozik a helium.

Ramsay W., tekintettel arra, hogy eddig sem argon-, sem pedig helium-vegyületeket előállítani nem tudunk, inkább azt gondolja, hogy a gázok csak az ásványok felületéhez vannak tapadva.

Tilden is hozzájárul e kérdés tisztázásához. Finom monacit-port  $60^\circ C$ -on, vacuumban hevített; ekkor azt tapasztalta, hogy a fejlődött gáz tisztán széndioxid és vízgőz volt. Ez az állapot még  $100^\circ C$ -on is megmarad,  $140^\circ C$ -on azonban már gyengén jelentkezik a helium vonala,  $235^\circ C$ -on a gáz  $\frac{3}{4}$ -ed része széndioxid, s ez  $446^\circ C$ -on is változatlan. Éppen így viselkedik a cleveit is. Czernik megfigyelését tehát tényleg helyesnek találta. Végül még azt vizsgálta meg, vajjon tudják-e az ásványok e gázokat elnyelni? E végből teljesen gáz-talanított cleveitet, közönséges nyomás alatt,  $160^\circ C$ -on kilencz hétig hagyta fergusonit-gázban, mikor azt tapasztalta, hogy a cleveit gázt nyelt el. Még feltűnőbb azonban e gázelnyelés akkor, ha a nyomás nagyobbodik. Két és fél légköri nyomás alatt a gázelnyelés sokkal tetemesebb. Ha azonban vacuumban  $115-150^\circ C$ -ra újra fölmelegítjük, az elnyelt gáz felszabadul. Vasérczek, palladium-érczek, továbbá granát semmiféle gázt sem nyelnek el. Nagyszámú kísérletei alapján végre azt következteti, hogy e gázok az ásványok felületén csak elnyelt állapotban vannak.

Sz. SZATHMÁRY LÁSZLÓ.

**Az erjesztő gomba a gyógyászatban.** Az újabbkori technológiában az erjesztő gombáknak a szesztartalmú folyadékok készítésén kívül csupán a kenyér-

sütésnél jut szerep. Ehhez ugyanis sok esetben a sajtolt élesztőt használják; az élesztő pedig nem egyéb, mint az erjesztést elvégzett erjesztő gombák tömege, melyeket melléktermékként az erjesztő edények fenekén lerakódva, a szesztartalmú folyadéktól elválasztanak, vagy pedig, a mi ma nem ritkaság, e célra külön tenyésztnek.

Az erjesztő gombák e fő alkalmazáson kívül a gyógyászatban is meglehetősen fontos szerepet visznek. Kiindulva azon okoskodásból, hogy az erjesztő gombák anyagcseréje folyamán keletkező vegyületek az emberi szervezetre nem károsak, továbbá, hogy ha az erjesztő gombák a szervezetben (pl. a belekben) elszaporodva túlsúlyra vergődhetnek, s több más, kártékony anyagcserével bíró mikróbat zavarhatnak meg életfejlődésében; arra a gondolatra jutottak, hogy az erjesztő gombákat betegséget okozó mikrobák elszaporodása ellen használják. Körülbelül egy évtized óta kezdték az erjesztő gombákat használni, és különösen fertőzések-ből származó bélbajok és bizonyos bőrbajok ellen eléggé szép eredményeket értek el velők.

Hosszú ideig kizárólag a sörélesztőt, (*Saccharomyces cerevisiae*) használták e célokra. Azonban ez az anyag sokszor nem elégítette ki a kívánalmakat. Ennek oka könnyen belátható. Ugyanis a sörélesztő 26—27 C.<sup>o</sup> hőmérsékleten fejlődik és szaporodik a legjobban. Ezt a hőmérsékletet iparkodunk a sörerjesztő kádakban előidézni és fenntartani. Ha azonban ez a gombafaj az emberi szervezetbe kerül, ott egyszerre 37—38 C.<sup>o</sup> ot, sőt, miután gyógyszerül használva rendszeren beteg, s így lázas szervezetekbe jut, még magasabb hőmérsékletet talál. Ezen, életjelenségeinek egyáltalán meg nem felelő környezetben sem kellőleg szaporodni nem tud, sem a kellő anyagcserét nem végezheti. Egy darabig még elédegel,

kevésbé talán fejlődik és szaporodik is, de utóbb mind jobban elsatnyul, életműködését beszünteti, míg végre a bél nedvei teljesen megemésztik.

Mindamellett a sörélesztőt, valamint újabban az egyes, belőle készült gyógyszereket többször találjuk a kereskedelem-ben. Minthogy a sörélesztő-tenyészetek erjesztő képességeket kevésbé az erjesztés elvégzése után elvesztik, s ezért egyszerre nem készíthetők nagyobb mennyiségben és nem is tarthatók raktáron, a figyelem állandósított erjesztő gomba készítmények előállítására irányult. Buchner már 1893-ban kimutatta, hogy az erjesztő gomba cukorbontó tehetsége nem csupán a gombának életjelensége, mert a gombából kisajtolható fehérjenemű test, a *zimáz* nevű enzim is ugyanazt a kémiai folyamatot idézi elő. A kereskedelem-ben található erjesztő gomba készítmények sem tartalmazzak mást, mint *zimázt*, még pedig nehezen romló állapotban. Minthogy a *zimáz* levegő és víz hatására elbomlik, nem ígérkezett alkalmasnak, hogy azt a gombákból kioldják, miért is forgalomba csakis az erjesztő gomba ép sejtjeit hozzák, teljes *zimáz* tartalmukkal, de lehetőleg víztelenítve. A szárítást a különböző gyárosok különféleképpen végzik.

Ily gombakészítmény pl.: a Tirlmontban (Belgium) készülő »*Levure de bière*«, a mi alacsony hőmérsékleten szárított sörélesztő; a »*Cerevisine*«, mely Párisban készül sörélesztőből sajtolás útján, a »*Levuriose*« hasonló összetételű oberndorfi német gyártmány; a »*Furunculine*«, a melyet Svájcban (Montreux) készítenek; végül a »*Roos-féle táblácskák*« és a »*Reol-kapszulák*«, a melyek szintén célszerű alakká sajtolat sörélesztőből állanak s esetleg szőlőcukorral keverve jönnek forgalomba.

A legtokéletebb ezen sörélesztő készítmények között a Schrodér gyár-

totta *zimin*, mely oly szárazzá sajtolt erjesztőgombából készül, a melyből acetonnal még a maradékvizet is teljesen kivonják; az acetont éterral, az étert pedig gyors elpárologtatással távolítják el.

Mindezen készítményeket többszörösen kipróbálták; meghatározták erjesztőképességeket, emészthetőségeket, sőt baktérium-ölő tulajdonságaikat is. Így pl. K r a u s e P. 2·5 köbcentiméter bouillon és 2·5 köbcentiméter 40%-os szőlő-cukoroldat keverékébe *tifusz-bacillusokat* oltott be és 6 óra múlva azt tapasztalta, hogy ennek egy cseppjében a csirák száma 3640-ről 20400-ra szaporodott; a midőn ugyanazon összetételű oldatba ugyanannyi bacillust oltott be, de egyidejűleg, 1 g zimit is kevert hozzá, a tifusz-bacillusok száma egy cseppben, 6 óra múlva 3640-ről csak 12800-ra szaporodott; ha pedig ugyanezen kísérletnél 24 óra múlva számlálta meg egy cseppben a tifusz-bacillusokat, azok száma már csak 12 volt. Hasonló kísérletet végzett a *Furunculine*-nal. Minthogy ezt a gyógyszert különösen a furunkulózis ellen ajánlják, meg akarta állapítani, hogy a furunkulózist okozó *Staphylococcus*-fajok ellenében hogy viselkedik az erjesztő gomba. A kísérletet ugyanúgy végezte, mint az előbbi. Egy csepp, erjesztő-gombától mentes oldatban 6 óra alatt 4140 *Staphylococcus*-csira 18600-ra szaporodott, míg 1 *Furunculine* hozzákeverésére egy cseppben, 6 óra múlva 3980 *Staphylococcus*-csira csak 8940-re szaporodott. A *Staphylococcus* ellen még hatásosabbnak bizonyult a »*Levure de bière*«, mert ettől az egy cseppben levő *Staphylococcus*-csirák száma 6 óra alatt, 4450-ről 3680-ra csökkent.

Az eddig említett összes kísérleteket közönséges hőmérsékleten végeztek. Azonban, miként már fentebb említettem, a sörerjesztő-gomba nem bírja ki az emberi test magasabb hőmérsékletét, termé-

zetes tehát, hogy fő hatóanyaga, a zimáz sem fogja ezen hőmérsékletet kibírni. K r a u s e kimutatta, hogy pl. a *zimin*, ha hosszabb ideig áll, már közönséges hőmérsékleten is elveszti erjesztőképességének 19%-át; magasabb hőmérsékleten pedig még 70%-át is.

Szükségesnek bizonyult tehát oly gombafajt használni, melynek fejlődési körülményei magasabb hőmérsékletet is kibírnak, és e célra a szőlőerjesztő-gomba mutatkozott alkalmasnak. A szőlőerjesztő-gombát közvetve már évszázadok óta használják a gyógyászatban, az ú. n. szőlőkúrában, melyet különösen az emésztésbeli zavaroknál ajánlanak. Tudvalevőleg az érfélben lévő és az érett szőlő héján és kocsányain számtalan *szőlőerjesztő-gomba* (*Saccharomyces ellipsoideus*) van, melyek az édes nedvvel együtt a gyomorba kerülve, ott erjedéseket okoznak; a nehezebben emészthető anyagok elerjesztésében a gyomorműködésnek segédkeznek és esetleges erős szaporodásuk folytán a többi, a gyomorban jelenlévő betegséget okozó csirákat fejlődésükben zavarják.

J a c q u e m i n francia vegyész gondolt először arra, hogy oly *Saccharomyces*-fajokat használjon gyógyszerül, a melyek már eleve magasabb hőfokokhoz vannak szokva és e célra a tuniszi szőlők héján és kocsányain élő *Saccharomyces ellipsoideus*-t alkalmazta, a mely az ottani szüret alkalmával a 39 °C-ot is kibírja. E gombákkal föltünő eredményeket értek el többnyire francia orvosok (a gyógyszer használata Németországban még nem igen terjedt el), különösen a cukorbetegség és a furunkulózis ellen. A cukorbetegség elleni hatás úgy magyarázható, hogy a test hőmérsékletén is fejlődni tudó gomba, a mely N o b é c o u r t kísérletei szerint érintetlenül kerül a belekbe és a vérbe, az ott jelenlevő, a máj és vese tökéletlen működése



folytán a szervezet által el nem bontott cukrot, teljesen elerjeszti. A sikert megítélhetjük a következő adatokból, melyek ilyen gyógyszerrel gyógyított cukorbeteg ember vizeletének cukorkommennyiségét mutatják.

Márcz. 4-én 1 l. vizeletben volt 32·0 g cukor

» 6-án »	»	» 25·0 »	»
» 8-án »	»	» 23·3 »	»
» 10-én »	»	» 21·0 »	»
» 12-én »	»	» 17·5 »	»
» 20-án »	»	» 14·67 »	»
» 22-én »	»	» 12·35 »	»
» 24-én »	»	» 12·0 »	»

E számok minden más érvelésnél többet mondanak. Különösen azért fontosak, mert ebben az esetben a beteg a cukorbetegség számára előírt étrendhez nem alkalmazkodott. Azonfelül ez az erjesztő gomba a furunkulózis s közhvényes bántalmak ellen is hatásosnak bizonyult.

Mint már fentebb a ziminról említettem, az erjesztőgombákat szárított állapotban használni nem helyes, mert idővel elveszítik hatásukat. Sokkal helyesebb a *Saccharomyces* fajokat akkor használni, mikor azok életük teljességében vannak. Az újabb bakteriologiai kutatások kezünkbe adták mindazon módszereket, a melyeknek segítségével egyes erjesztőgombafajokat hónapokon át hatékonyságuk legmagasabb fokán tarthatunk. Ily tulajdonságai vannak a »*Fermentin*« nevű *Saccharomyces* kulturának is, mely utasításaim szerint hazánkban *Aradon* készül. Ebben a készítményben szintén északafrikai szőlőkből tenyésztett gombák vannak, melyeknek szaporítása állandóan 37·5 C<sup>o</sup>-on történik, úgy hogy az emberi testbe kerülve, ennek hőmérsékletéhez már eleve alkalmazkodva lévén, ott teljesen zavartalanul folytathatják szaporodásukat, annyiival inkább, mivel előállításuk alkalmával lassanként a gyomorsav hatását is megszokták.

Az emberi test hőmérsékletét kiálló gombafajok a mellett, hogy fokozottabb

mértékben megvan mindazon kiváló sajátságuk, a melyeket a sörerjesztő gombában megtalálunk, természetszerűleg kiválóan alkalmas gyógyszerek a fertőző betegségek ellen. A szervezetbe teljes életerővel bejutó erjesztő gombák, miután a szervezet mintegy melegágyuk, hatalmas szaporodásnak indulnak; ennél fogva elhatalmasodhatnak a betegséget okozó lények felett. Ugyanezt tapasztalták már a sörélesztőnél, midőn himlő ellen használták, úgyszintén néha sikeres volt a kanyaró és a skarlát ilyenén gyógyítása.

A sörerjesztő gombákkal már eddig elé elért eredmények, bár nem minden tekintetben kielégítőek, még sokkal nagyobb jövővel bíztatnak. Különösen azoktól a gombafajoktól várhatunk szép sikert, melyek az emberi szervezet hőmérsékletéhez már eleve alkalmazkodtak és abban továbbfejlődni, szaporodni tudnak és így kedvező viszonyok között a szervezet belső ellenségeivel sikerrel vehetik fel az áldásthözó harcztot.

AUSTERWEIL. GÉZA.

**A lipáz gyakorlati alkalmazásáról.** A tudományos kutatások már régebben derítették; hogy mind az állati, mind a növényi szervezetekben zsírbontó enzimek találhatók, melyeket közös gyűjtőnéven *lipáz*-nak neveznek. A *lipáz* jellemző sajátága, hogy a magasabb zsírsavak glicerinsztereit szabad zsírsavakra és glicerinnre bontja. A lipáz a növényekben rendesen csak elenyésző kis mennyiségben fordul elő. Connstein W., Hoyer E. és Wartenberg H.-nek 1902-ben sikerült földerteniök, hogy különösen a ricinusmagból ezt az enzimet nagy mennyiségben állíthatjuk elő. Fölfedezésüket rövid idő alatt a gyakorlatban is alkalmazták és nekem alkalmam volt egyrészt a lipáz-készítéssel foglalkozó berlini törzsgyárat, másrészt a kielii Peterson-féle szap-

pangyárat látni, hol a lipáz előállításával és gyakorlati alkalmazásával közvetlenül is megismerkedtem. Az eljárás nevezetesebb mozzanatait és előnyeit röviden a következőkben ismertetem.\*

A lipáz olyan szerves vegyület, mely bizonyos kémiai változást közvetít. A lipáz jellemző hatása az előbb említettek szerint, hogy a zsírokat a szappanosításhoz hasonló módon bontja meg. Erre a célra eddig különösen két eljárást alkalmaztak: vagy nátriumhidroxiddal és nátriumkarbonáttal főzték a zsírokat, vagy magasnyomású vízgőzzel bontották meg. A kiel szappangyár ezelőtt szintén a nátriumhidroxiddal való szappanosítást alkalmazta, de a lipázzal ugyanezt a célt olcsóbban éri el.

Az eljárás három részre oszlik: 1. a lipáz előállítása, 2. a szappanosítás, 3. a megbontott termékek különválasztása.

1. *A lipáz előállítása.* A lipáz az eredeti riczinusmagban oly kis mennyiségben fordul elő, hogy alig ismerhető fel; ha azonban a megdarált magot hígított savval keverjük, akkor a lipáz egyszerre nagy mennyiségben szabadul fel. Valószínű, hogy az eredeti riczinusmagban a lipáz úgynevezett *zimogén*-je van jelen, melyből savhatásra az enzim maga szabadul fel. Mivel az enzimet magát tisztán előállítani eddig nem sikerült, arra törekedtek, hogy lehetőleg tömény oldatát állítsák elő. Evégett első sorban a riczinusmagot héjától megfosztják, majd vízzel keverten megőrlik és a keletkezett tejszerű folyadékot a tejcentrifugához hasonló készülékben a fölösleges anyagoktól (oldhatatlan fehérjék és rostanyagok) megszabadítják. A megtisztított tejszerű oldatot 20–30 C.<sup>o</sup> hőmérsékletű helyiségben 3–4 napig magára hagyják, miközben savanyú erjedésnek indul, a lipáz fel-

szabadul és a tejszerű oldatban olyan szerű folyamat jelenkezik, mint mikor a tej megsavanyodásakor a tejszín, a felületen összegyűl. Ez esetben az erjedés következtében a vizes rész az edény alján, a lipázt tartalmazó, fehérjében és olajban gazdag rész pedig a felületen gyűl össze. Utóbbi részt a felhasználásig rendszeren kisebb fahordókban gyűjtik össze. A berlini »Vereinigte Chemische Werke« ezt a tömény lipázoldatot kisebb szappangyárosoknak hordókban küldi szét. A kiel szappangyár azonban a lipázt is maga állítja elő és azt tapasztalta, hogy a megszűre szállított lipáz — különösen meleg, nyári időben — gyakran az úton penészedésnek indul és megromlik. Azt is tapasztalták, hogy a lipáz előállításával foglalkozó munkás egészségét az erjesztő helyiség levegője gyorsan megtámadja. A new-haven-i (Amerika) úgynevezett Yale-egyetemen Chittenden fiziológiai laboratóriumában azt tapasztalták, hogy a riczinusmagban erősen mérgező hatású, fehérjéhez hasonló, kristályos anyag fordul elő,\* mely az ember vagy állat szervezetébe jutva, igen erős, helyhez kötött, mérgezést okoz. Ezért, ha vele dolgoznak, rendszeren az arcukra a belélekezést gátló védőálcot alkalmaznak. E védekezés a munkás egészsége érdekében is figyelmet érdemel.

2. *Szappanosítás lipázzal.* A megbontandó olajat vagy zsírt 25–40% vízzel keverik és csak annyira melegítik fel, hogy a zsíradék megolvadjon és tökéletes emulzió képződjék. A hígítás fokát és hőmérsékletét a megbontandó olaj vagy zsír természete szerint változtatják. Keverés céljából alkalmas csővezetékbeől levegőbuborékokat nyomnak a keverékbe, mely körülbelül 1 óra alatt az emulziót előállítja. Az emulzió azonban csak később lesz tökéletes, midőn már

\* Lásd Magy. Kémiai Folyóirat 1903. évf. II. kötetét is.

\* Valószínűleg a ricin.

elegendő szabad zsírsav képződik. Ha a kezdetben 1 óráig kevert anyagot magára hagyják, könnyen megesik, hogy az olaj vagy zsír a víztől elválék és akkor a lipáz hatása sem érvényesül kellő mértékben. Ezért rendszeren úgy osztják be a munkát, hogy az oldatot reggel keverik meg és elegyítik hozzá a szükséges lipázt, és egy órai keverés befejeztével pedig, óránként, pár perczig ismét levegőt hajtának bele, mely az egészet fölkeveri. Így estig a zsírok 60%-a már megbomlott és az emulzió tökéletes. Ezután nincs szükség többé a keverésre. Az elegendő mennyiségű lipázt az 1 órai keverés végén elegyítik hozzá. Minthogy a ható anyag mennyiségét nem határozhatják meg, úgy járnak el, hogy a zsír mennyiségéhez képest 5—10%, riczinusmagból készült enzimoldatot használnak. Ez látszólag megdrágítja az eljárást, de valóban nem, mert a riczinusmagban foglalt becses olaj a riczinusmag értékét körülbelül teljesen fedezi. Azt tapasztalták, hogy a lipáz hatását hígított mangánszulfátoldat nagy mértékben elősegíti. E végből a lipázzal egyidejűleg 0.2% mangánszulfátot kevernek az oldathoz.

A szappanosítás rendszeren 24 óra alatt fejeződik be, a mi azt jelenti, hogy a zsírok 90%-a szétbomlott. E határt titrálással határozzák meg.

3. *A zsírsavak és gliczerin különválasztása.* A szappanosítási művelet csak chemiailag bontja meg a zsírokat, de a képződött szabad zsírsavak és gliczerin a lipáz-oldattal hozzákevert egyéb anyagokkal emulziószerű oldatot alkotnak. Elkülönítés céljából az oldathoz, 100 kg zsírra számítva, egy-egy liter 25%-os kénsavat kevernek, és a keveréket mintegy 80 C.<sup>o</sup>-ra melegítik fel. 3—4 óra leforgása alatt három külön réteg képződik: a felső réteg a tiszta zsírsavakat, az alsó réteg a gliczerinnek savval és vízzel hígított oldatát, és a középső

vékony réteg a megalvadtt fehérjéket tartalmazza. Az így keletkezett zsírsavaknak kiváló tulajdonsága, hogy tisztaságuknál fogva a szintelenítés rendszeren megoldható. A gliczerint, nyers gliczerinként, a gliczerinfinomítóknak adják el. A középső rétegben rendszeren van még zsír- és gliczerin. Ezeket már rendszer szappanosítással és sózással küszöbölik ki.

Az eljárás egyik főhaszna, hogy az előállított zsírsavak szintelenek, míg a magas hőfokon, vízgőzzel termelt zsírsavak többnyire színesek s ennél fogva szintelenítésre szorulnak. Továbbá a gőzzel való megbontás a tüzelő anyag miatt is drágább. Az új eljáráshoz mindössze csak annyi tüzelő anyag szükséges, hogy a végén 80 C.<sup>o</sup>-ra melegítsék az oldatot. A régi nátriumhidroxidos eljárást a nátriumhidroxid drágítja meg. Így például a kiel szappangyár nyeresége az új eljárással, 100 kg olajra számítva, mintegy 2.4 korona.

Az új eljárásnak elsőbbséget biztosít a régivel szemben az is, hogy igen egyszerű és minden kisebb szappangyárban olcsón beszerezhető és alkalmazható készülékeket, illetőleg edényeket követel. Nagy szappangyárak, hátrányaként azt említik, hogy ha nagy edényeket használnak, a végső elkülönítés nem sikerül és a gliczerin is nagyon hígított.

A sztearingyártásban nem terjedt el, mivel az alkalmazott zsírok olvadáspontja közel van a 40 C.<sup>o</sup>-hoz s e hőfokon túl az enzim hatóképessége tetemesen gyöngül, míg végre teljesen megszűnik.

SIGMOND ELEK.

**A juhok körömcsövééről.** Az emlős állatok közül soknak bőrében egészen különös mirigyek találhatók. E mirigyek közül az emberben találhatók kívül a patás állatok bőrében levőket tanulmányozták a legjobban. Ilyenek a zerge fején és egyes szarvasféléken a szarvak

alapja között található mirigyek (Nietzsche, Zietschmann), melyek párzás idején megduzzadnak; a tevén nagy ampullaszerű, ú. n. nyakszírti (*occipitalis*) mirigyek vannak (Bubnoff, Richiardi), a dromedáron négy ilyen van; a könnycsontok mélyedésében faggyúmirigyek találhatók a szarvason (Cuvier), a juhon (Meckel), a zergén; a szarvasmarhák szutyakjában (\*fényszáj\*), úgyszintén a juhok, kecskék (házi állataink közül még a kutya és a macska) fejbőrének szőrtelen orrtáji részletében szintén összetett csöves mirigyek találhatók, és különösen erősen fejlettek a sertések orrmányában levők. Úgy a házi sertés, mint a vaddisznó fején ezeken kívül még az áll bőrében is akadunk mirigyekre.

A törzsön az ember és a ló hónalj-bőrében találunk nagyobb számban mirigyeket. Juhokon a lágyéki (*inguinalis*) mirigyek vannak erősebben kifejlődve; különböző szarvasok farka alatt, sajátos, kávébarnaszínű mirigyes képlet található (Leydig, Zietschmann), melyet a vadászok jól ismernek; végbél-körülötti (*analís*) mirigyek kutyákon és macskákon, több más húsevőn, rágcsálón stb. fordulnak elő.

Végül a végtagokon említést érdemelnek a sertések *carpalis* mirigyei, a szarvasfélék változatos alakú *tarsalis* és *metatarsalis* mirigyei, a juhok köröm közötti mirigyei és a lovak patanyírjában (Ercolani, Franck) található mirigyek.

A mint a fentebbiekből kitűnik, mind ezek a mirigyek leginkább oly testtájakon foglalnak helyet, a hol két bőrfelület találkozik egymással; váladékuk tehát ezek dörzsölését fogja enyhíteni. Egyes kérődzők (szarvas, iramszarvas, jávorszarvas stb.) köröm mirigyeinek zsíros, faggyús váladéka különösen igen alkalmas erre, a mennyiben a mirigyek kivezető csövei a körmöt szegélyező bőrrészletben, a kör-

mők közötti hasadék fölött nyílnak. Juhokon ezek a mirigyek külön tömlőszerű csőben, a körömcsőben foglalnak helyet.

A juhok körömcsővének szerkezetét legelőször Klein (1830), majd Balogh Kálmán vizsgálta a pesti egyetem élet-tani intézetében. Balogh a körömcsővet az *Ovis*- és *Capra*- (juh és kecske) nemek speciális szervének tekintette, a mely szerinte az ezen nemekbe tartozó állatoknak mind a négy végtagján állandóan megtalálható és ezért a kérődzők osztályozásánál rendszertani bélyegül is felhasználható. Az újabb vizsgálók közül Tempel az őz és több szarvasfaj körmei között is talált ilyen mirigyes csövet, de a kecskén, melynél Balogh leírta, hasztalan kereste. Nem talált ujjközti körömcsővet a hazai kecskefajtákon Zimmermann\* sem, aki szintén újabban foglalkozott e bőrrészlet anatómiájával.

A juhok végtagjain a bőr, az ujjak hátoldalának tövén, a két ujj (a mely a III. és IV. ujjnak felel meg) közé mélyed be. Az így képződött bőrréteg már külsőleg is különbözik a szomszédos bőrrészletektől, a mennyiben finomabb és sötétebb szőrű, sőt fekete; juhokon is sárgásfehér szőrzet borítja. E mellett az egész köröm közötti felületet vékony rétegben, fénylő, zsíros, faggyúszerű anyag vonja be. A bőr innen hátrafelé betüremlik és a körömcsővet alkotja. A betüremlés helyén látható kis nyílás többé-kevésbé kerek, vagy tojásdad alakú, s belőle kisebb szőrpamat áll ki. A körömcső kellő óvatosság mellett elég könnyen kikészíthető, s a két ujj között ilyenkor teljes alakjában és nagyságában

\* Zimmermann: Adatok az Unguláták pártájának anatómiájához. Közlemények az összehasonlító élet- és kórtan köréből. V. kötet, 1903, 119. lap; u. a.: A juhok körömcsőve. Ugyanott: VI. kötet, 1905, 78. lap.



tűnik elő (1. rajz). Alakját illetőleg megtalálhatóan olyan erősen hajlított lombikhoz hasonlítható, a melynek kiöblösödő része és nyaka egymáshoz közel van. Egyesek viszont pipához, pipafejéhez, megtört bunkóhoz hasonlítják. A cső kezdetben ferde irányban elülről és felülről hátra és lefelé halad, azután horogszerűen félkörben visszafordulva, kiöblösödik és ellenkező irányban, de kissé meredekebben halad felfelé az ujjak között, és végül vakon végződő, nagyjában tojáshoz hasonló alakú tömlőt alkot. A környező szövetekhez laza kötőszövet erősíti, a körömcsővet magát pedig kettősfalú tok burkolja. E kettősfalú tok leválasztása után a körömcső falának erősen szemecskés, recézett, halvány sárgászörös felülete tűnik elő; a kiemelkedő szemecskék a cső mirigyes részeinek felelnek meg.

A körömcső belső felületét igen finom, apró, fehér szőrök borítják, üregét sűrű, tapadó faggyúszerű anyag tölti ki, mely kissé émelyítő szagú, édeskés-sós ízű és gyengén savi kémhatású; vízben, alkoholban nem, éterben részben oldódik.

A körömcső mirigyeinek mikroszkópi vizsgálata alkalmával kitűnt, hogy ezen mirigyek szerkezete a bőr verejétkmirigyeivel egyezik meg, bár váladékuk, mint az imént jeleztem, faggyúszerű. Ezen csöves mirigyeken kívül a körömcső vakzugának falában, az irharétegben faggyúmirigyek is találhatók, melyeknek szerkezete, elhelyezése és váladéka alig különbözik a szomszédos bőrrészletek hasonló mirigyeitől.

A körömcső anatómiai szerkezete a mellett tanúskodik, hogy ez a mirigyes képződmény nem lehet külön mirigyes szerv, hanem lényegében véve a körmök közötti bőr betüremlésének tekinthető, vagyis a körömcső a bőr felületének meg-nagyobbodása révén keletkezett s benne azután a rendes bőrmirigyek erősebben és kissé módosultan fejlődtek ki.

A körömcső váladéka a két ujj széjjelfeszítése, tehát a végtag megterhelése alkalmával jut ki a szabad felületre. A körömcső tartalma kizárólag ebben a helyzetben ürülhet csak ki, minthogy a cső maga mélyebben fekszik, mint a nyílása. A két köröm széjjelfeszítése alkalmával a körömhasadék bőre is kifeszül, miáltal a körömcső egész terjedelmében előre húzódik, másrésről a végtag megterhelése alkalmával a körmök és ujjak hátulsó részletének középső felülete



1. rajz. A juh körömcsőve kikészítve.  
Természetből rajzolva.

egymáshoz szorul és ennek hatásaképpen a körömcső tartalma a felületre kerül. Ha a két ujj szorosan egymás mellett helyezkedik, a körömcső váladéka nem juthat ki, merta mint a cső kiöblösödése hátra kerül, az ujjaknak egymás felé tekintő felületei a körömcső nyílását, vagy a nyílás felé eső részletét összenyomják és elzárják. Ennélfogva csak a testsúly reánehazedése vagyis a járás alkalmával ürülhet ki a körömcső tartalma.

A faggyúszerű váladék a körömhasadékot formáló bőrfelületeket sikamlóssá teszi és ezzel elejét veszi annak, hogy

a járás alkalmával egymással folytonosan súrlódó felületeken erősebb gyuladás, stb. (körömközötti »kipállás«, panaritium) jelenkezzék. Érdekes továbbá a juhok körömcsövének, illetve körömhasadékának ez a czélszerű berendezése abból a szempontból is, hogy a körömcső tartalma csupán akkor, a mikor szükség van rá, a járás alkalmával kerül ki a bőrfelületre, váladéka tehát nem fecsérelődik el. De a körömcső váladéka nemcsak a súrlódás mechanikai izgatása ellen védi meg a juhok körmeinek és ujjainak belső felületét, hanem bizonyára más káros külső hatásoktól, nedvességtől, kiszáradástól, hidegtől, melegtől, stb. is megóvhatja bizonyos fokig a körömhasadékot és a szomszédos pártarészleteket. DR. ZIMMERMANN ÁGOSTON.

#### A látható színekép kibővítéséről.

Ha a napfény párhuzamos nyalábját keskeny résen át olyanformán bocsátjuk üveghasábra, hogy a rés a hasáb törőélével párhuzamos legyen, a hasábból a fény már nem fog párhuzamos nyalábban kilépni s így, ha a fényt a törőéllel párhuzamos ernyőn felfogjuk, a résnek nem egyetlen képét, hanem az egymásba folytonosan átmenő képeknek egész sorozatát látjuk. E képek nem is fehérek, mint a hasádba belépő fény, hanem a szivárvány összes színeiben ragyognak. Az így keletkezett résképek teljes sorozatát a napfény *színeképének* (spektrumának) nevezzük.

E jelenség azt árulja el, hogy a napfény különböző sugarak keveréke, melyek a hasábban különböző nagyságú irányváltozást (törést) szenvednek s ezért különválnak. A fény rezgési elmélete szerint a sugarak *színét* a másodperczenként végbemenő rezgések száma határozza meg, illetőleg az a hosszúság, melyre egy rezgés alatt a rezgés tovaterjed, az úgynevezett *hullámhosszúság*.

A hullámhossz és a rezgésszám szorzata ugyanis az úgynevezett terjedési sebesség, az a távolság, melyre egy másodperc alatt terjed a fény; a terjedési sebesség minden színre ugyanazon közegben ugyanaz (levegőben 300,000 km) s így világos, hogy a rezgésszám a hullámhosszal fordítva arányos.

A minden különös berendezés nélkül szabad szemmel látható sugarak hullámhossza  $0.795 \mu$  és  $0.390 \mu$  között van.\* A legnagyobb hullámhosszúak ezek közül a vörös sugarak, legkisebb hullámhosszúak az ibolyák.

E sugarakon kívül a napfény még igen sok *láthatatlan* sugarat tartalmaz, melyek az üveghasábon való törésnél a látható sugaraktól jobbra és balra sorakoznak. Ezek az úgynevezett *vörösonnemeni* (infravörös) és *ibolyántúli* (ultraibolya) sugarak. Ha ugyanis a színeképet fény iránt érzékeny lemezre ejtjük, a lemezen sokkal nagyobb színeképet kapunk, mint a mekkora szabad szemmel látható; továbbá foszforeszkáló ernyőre ejtve a színeképet, ez is a látható színeképnél nagyobb darabon fog foszforeszkálni. Ismeretes továbbá, hogy a fénysugarak fölmelegítik azokat a testeket, a melyekre esnek. Különösen érzékenyek kis hőmérsékletkülönbségek kimutatására az úgynevezett hőelektromos elemek: ezek segítségével a látható színeképen kívül is sikerült hőhatásokat kimutatni, a mi szintén a látható sugarakon kívül eső sugárzás mellett tanuszkodik.

A jelenséget ma úgy képzeljük, hogy a Nap a sugárzásoknak egész tömkelegét bocsátja ki, melyeknek csak egy része tudja bennünk reczehártyánk ingerlésével a fény érzetét kelteni. Az összes sugárzásokat azonkívül az elektromágneses fényelmélet elektromágneses rezgések sugarainak tekinti, melyeknek hatása hul-

\*  $1 \mu = 1$  mikron  $= 0.001$  milliméter.



lámhosszúságuk változásával más-más fizikai jelenségben nyilvánul.

Igen érdekes már most Stefaniknak az a tapasztalata, melyről utóbbi időben a párizsi akadémiának beszámolt. Stefanik még a múlt évi augusztus 30-iki nagy napfogyatkozás alkalmával tapasztalta, hogy, ha a nap-sugarakat vörös üvegen át bocsátotta a hasábra, akkor a vörös üveg természetesen elnyelte az egyéb színű sugarakat, de mintegy kárpótlásul a színek vörös része a vörösön *innen* színek felé meghosszabbodott.

E minőségi tapasztalatát Stefanik ez év márcziusában bejelentette a párizsi akadémiának\* s a jelenséget azután, pontos eszközökkel, a Párizs melletti Meudon csillagvizsgálójában tovább vizsgálta.\*\*

Spektroszkópjának rése elé különböző anyagokat helyezett, melyek csak vörös sugarakat bocsátanak át: vörös kollódiummal bevont üveglapokat, kri-zoidin borszeszes oldatával telt üveg-edénykét stb. Mindig azt tapasztalta, hogy az eddig láthatatlannak tekintett színek megjelent, sőt pontosan megtalálta benne mindazokat a sötét (abszorpcziós) vonalakat, melyeket eddig fényképészeti, foszforeszkálási és hőelektromos eljárásokkal kimutattak. Kedvező körülmények között még az  $1\mu$  hullámhosszúságú sugarakat is lehetett látni.

Stefanik azt állítja, hogy ily úton a látható sugarak hullámhosszának határa, melyet eddig a párizsi »Annales du Bureau des Longitudes«  $0.795\mu$ -ra szabott ki, kiterjesztendő *legalább is*  $0.900\mu$ -ig.

Stefanik tapasztalatát azzal igyekszik magyarázni, hogy vörös ernyő alkalmazásakor a spektroszkóp optikai szerkezete által szétszórt és így zavaró

fény a látótérből kiesik, s az egyébként láthatatlan színek is láthatóvá lesz. Szerinte a színek egyéb részei is jobban láthatók, ha megfelelő ernyővel a színek többi részét elnyeletjük.

Reméljük, hogy nem oly, csupán kivételes egyének által tapasztalható jelenséggel állunk szemben, mint a melynek az  $N$  sugarak és ha reményünk beválik, mondhatjuk, hogy Stefanik e tapasztalata ismereteinket lényegesen kibővíti.

DR. ZEMPLÉN GYÖZÖ.

**A cellulóz emésztése és értékesítése.** Összes növényi eredetű táplálékaink nagy mennyiségű cellulózt tartalmaznak, ezért a cellulóz emészthetőségének és értékesíthetőségének megállapítása már régóta foglalkoztatja a fiziológusokat. Ilyen irányú kísérleteket különösen háziállatokon végeztek nagy számban, az eredmények azonban merőben különböző, sőt sokszor egymással homlokegyenest ellenkező következtetésekre adtak alkalmat.

Abban az összes fiziológusok egyetértenek, hogy a növényevő állatok ürülékével a táplálékkal felvett cellulóznak csupán kis része hagyja el eredeti alakjában a szervezetet. Haubner-Sussdorf és Wilsing a tehén és kecske ürülékében a megevett széna cellulóztartalmának csupán 22—42%-át tudta kimutatni. Ebből egyes fiziológusok (Henneberg, Stohmann) azt következtették, hogy a cellulóz a bélben a szénhidrátokhoz hasonlóan megemésztődik, felszívódik és tápláló értékre is a szénhidrátokkal, nevezetesen a keményítővel egyértékű.

Wildt 1874-ben a juh bélcsövében cellulózt oldó baktériumokat és végleteket talált; ennek alapján ő, de főleg később, 1884-ben Tappeiner kétségbe vonta a cellulóz tápláló voltát. Tappeiner szerint az bizonyos, hogy a

\* Comptes Rendus CXLII. köt., 585. l.

\*\* Comptes Rendus CXLII. köt., 986. l.

cellulóz a növényevők belében részben feloldódik, csak hogy ez az oldás nem az illető szervezetek elválasztotta emésztőnedvektől, hanem a bélben élő különböző mikroorganizmusoktól ered. A mikroorganizmusok a bélben a cellulózt elerjesztik s ez alkalommal a cellulózból különböző zsírsavak (főleg ecetsav, kevés vajsav). továbbá széndioxid és mocsárgáz (methán) keletkezik. Szerinte a cellulóznak táplálóértéke nagyon kicsi, mert a mikroorganizmusok okozta erjedés termékei közül csak az illó zsírsavaknak van táplálóértékük. A cellulóz oldásának jelentőségét Tappeiner csupán abban látja, hogy ilyen módon a sejtfalak elbomlanak és az emésztő nedvek hozzáférhetnek a sejtek értékes fehérjéihez és szénhidrátjaihoz.

Henneberg és Stohmann, Tappeiner ellenében azt hangsúlyozták, hogy a szervezet táplálására teljesen egyre megy, vajjon a cellulóz oldását és elbontását a szervezet maga, vagy pedig más, idegen szervezetek végzik. Ha a baktériumok a bélben 100 g cellulózt erjesztenek el, akkor 15% methán, 74% különböző illó zsírsav és 11% meleg fejlődik, vagyis, ha a cellulóz bontása Tappeiner nézete szerint megy is végbe, a cellulóznak akkor is nagy táplálóértéke van, mert táplálóértékét csupán a fejlődő methán csökkenti 15%-kal; a zsírsavakat és az erjedésnél keletkező meleget természetesen a szervezet a maga javára tudja értékesíteni. Számításaik szerint 266 g cellulóz 10 g zsírral egyértékű (isodynam).

Tappeiner felfogásának főerősége az az okoskodás volt, hogy ha a cellulóz a növényevő állatoknak valóban értékes táplálóanyaga lenne, akkor ezek a cellulóz emésztését különleges emésztőnedvek elválasztásával bizonyára maguk végeznék és nem bíznák idegen mikroorganizmusokra. Ezzel szemben MacGillwry-nak, Schmulewitsch-

nek és Hofmeister-nek sikerült a növényevő állatok (nyúl, juh) belében cellulózt oldó fermentumot kimutatni.

A cellulóz emésztésére és értékesítésére vonatkozó vizsgálatokból ma a következő eredményt szűrhetjük le: A növényevő állatok belében a tiszta cellulóz kétségkívül elbomlik, még pedig egy része megemésztődik, másik részét a bélben élő simbiotikus mikroorganizmusok erjesztik el. Valószínű, hogy a cellulózból először cukoralakú, vízben oldható módosulat keletkezik; ilyen alakban a bél hámsejtjei részben felszívják, részben pedig a mikroorganizmusok elerjesztik; az erjedés végső főterméke: széndioxid és methán. Ellenberger szerint a cellulóz emésztése és elerjesztése közti arányt a bélcső felszívó ereje szabályozza. Szerinte csak a fel nem szívott, fölösleges cellulózból fejlődik végtermékben methán, vagyis mocsárgáz.

A cellulóz táplálóértékének megállapítása céljából emberen is tettek kísérleteket. A régebbi kísérletezők általában úgy jártak el, hogy nyers növényrészeket, vagy mesterségesen előállított, tiszta cellulózt tettek emberből származó, különböző emésztőnedvekbe (nyálba, gyomornedvbe, hasnyálba) s minthogy ilyenkor semmiféle oldást nem észleltek, eredményképpen kimondták, hogy a cellulóz emészthetetlen és hogy nincsen semmi táplálóértéke, e mellett pedig a többi táplálóanyagok emésztését és kihasználását is gátolja.

Weiske volt az első, a ki kétségbevonta ez állítás érvényét. Ő fiatal növényekből rendesen elkészített főzelékekkel kísérletezett s azt tapasztalta, hogy a cellulózt igen jól használja ki az emberi szervezet; észleletei szerint pl. a sárgarépa és a kelkáposzta cellulóztartalmának 62-70%-át bontotta el a kísérleti egyén. Utána Rubner, Wicke, Mann, Knie-riem és Bárány hasonló eredményre

jutottak. Legújabban Lohrisch\* tett erre nézve igen fontos vizsgálatokat.

Lohrisch a cellulóz felhasználását természetes viszonyok között figyelte meg. A kísérleti egyéneket ismert mennyiségű és összetételű tejjel, kétszersülttel, tojással, vajban sült, finomra vágott marhahússal és burgonyapéppel táplálta, vagyis olyan életrendhez szoktatta, mely az embernek, tapasztalás szerint, a legjobban megfelel. A most említett táplálékok mellett azután különböző, fiatal növényi részekből és növényi termékekből készített főzelékeket adott a kísérleti egyéneknek s megvizsgálta, hogy ilyen, természetes táplálkozási mód mellett, mennyire tudja az emberi szervezet a cellulózt kihasználni. Vizsgálatai szerint az ember a különböző, növényi élelmiszerek cellulóztartalmát a következő arányokban használja ki:

Lencse . . . . .	45·0— 47·4%
Kenyér . . . . .	67·4— 84·8%
Kalarábé . . . . .	69·2— 79·1%
Paraj . . . . .	70·3— 90·5%
Sárgarépa . . . . .	87·8— 94·4%
Káposzta . . . . .	87·7—100%

Az emberi szervezet tehát különösen a fiatal, zöld főzelékek cellulóztartalmát használja ki nagy mértékben. Hústáplálék mellett pl. az ember a káposztának összes cellulóztartalmát meg tudja emészteni. Lohrisch általában azt tapasztalta, hogy egyes táplálkozásnál a növényi élelmiszerek cellulóztartalmát lényegesen jobban használja ki a szervezet, mint tiszta, vegetarianus táplálkozásnál.

Idősebb növényi részek kihasználása igen rossz, mert bélcsövünkben csak a tiszta cellulóz oldódik fel; idősebb növényi részeknek eredetileg tiszta cellulózból álló sejtfalába pedig különböző

sók ( $\text{SiO}_2$ ), továbbá *lignin*, *cutin* és *suberin* rakodik le s ezek az anyagok a sejtfalak feloldását és így a növényi sejtek protoplazmájának értékesítését lehetetlenné teszik.

Lohrisch nemcsak egészséges, hanem beteg embereken is megvizsgálta a cellulóz értékesítését. Vizsgálatai főleg azért érdekesek, mert arra engednek következtetni, hogy az emberben a cellulóz emésztését nem annyira a bélben élő mikroorganizmusok, mint inkább mostanáig még ismeretlen fermentumok végzik.

Lohrisch szerint az egészséges ember a táplálék cellulóztartalmának átlag 57·9%-át emésztí meg, állandó székrekedésben szenvedő emberben már jobbnak bizonyult a cellulóz kihasználása, mert ilyenkor 81·4%-a oldódott fel a bélben. Hasmenésnél és erjedési dyspepsiánál a feloldott cellulóz mennyisége az eredeti cellulóztartalomnak csupán 20·9—37·8%-át tette ki. Ezek az adatok megingatják Tappeiner-nek előbb ismertetett felfogását. Ha Tappeiner-nek igaza van és a bélben csupán mikroorganizmusok erjesztő hatására megy végbe a cellulóz bomlása, akkor székrekedésnél *kevesebb*, erjedési dyspepsiánál pedig *több* cellulóznak kellett volna elbomlania, mivel székrekedésnél Strassburger vizsgálatai szerint, a bélben rendszeren előforduló mikroorganizmusok mennyisége felére csökken, ellenben erjedési dyspepsiánál tiszta szénhidráterjedés folyik a bélben, az erjesztő baktériumok száma tetemesen megsokszorozódik s így a cellulóz erjesztésére a viszonyok valóban a legkedvezőbbek volnának.

Lohrisch vizsgálatainak eredményét s a cellulóz emésztésének és értékesítésének mai állását röviden a következőkben foglalhatjuk össze:

A cellulóz az ember bélcsövében kora és eredete szerint kisebb-nagyobb mértékben feloldódik. Ezt az oldást való-

\* Hoppe-Seyler's Zeitschrift f. physiologische Chemie, 47. kötet, 200—252. l.

színűleg a többi táplálóanyagok emésztéséhez hasonlóan, mostanáig még ismeretlen fermentumok végzik. Tápláló értékre nézve a cellulóz vetekedik a szénhidrátokkal.

Dr. GORKA SÁNDOR.

**A grafit mesterséges előállításáról.** Amerikában *Ascheson*\* a mesterséges grafit előállításának érdekes és gyakorlatilag könnyen megvalósítható eljárását dolgozta ki. Elektromos kemencében, szén és kvarcporból magas hőmérsékleten szén-szilícium és karborundum mellett a kemence magasabban izzó részében grafit képződik, mely a karborundum alakját megtartja. Ilyen magas hőmérsékleten a szilícium gőz-állapotban távozik el, és további hevítésre gyorsabban jelenik meg a grafit, mint a tiszta szén. Hasonló módon viselkedik magas hőmérsékleten a vasoxid és alumíniumoxid is, melyek legtöbb szén hamutartalmának tetemes alkotórészei. Ha olyan szenet, melynek elégséges hamuja van, elektromos kemencében magas hőmérsékletre hevítenek, a hamu alkotórészek majdnem teljesen elillanak, és végeredményben tiszta grafit keletkezik. Amerikában az »*International*

*Ascheson Grafit Co.*» a Niagara erejének felhasználásával létesített elektromos energiát használja a mesterséges grafit gyári előállítására. A szenet 9 m hosszú csatorna üregébe helyezik, melynek fala tűzálló agyagkő vagy chamotte, karborundummal van bélelve. Ezek végére helyezett hatalmas szénlapok és alkalmas elektródok vezetik az elektromos áramot az elegybe. A hevítésre 1400—1500 ampère erősségű áramot használnak, melynek feszültsége 210 volt. Már 1 óra múlva az áramerősség 3600 ampère-re emelkedik, midőn a grafit képződése megindul. Az anyag vezetőképesége folytonosan növekedik, az áramerősség 9000 amp.-re is fölemelkedik, mialatt a feszültség 80 volt-ra süllyed. Közel 1000 lóerőre lehet becsülni azt az elektromos energiát, a mely a kemencében ezen átalakulást végzi. Az elegytérben levő szén, (mely lehet műszén vagy anthracit) egész tömegében grafitá alakul, mikor hamutartalma alig haladja meg a 0.5%-ot. Ezen alakatlan, mesterséges grafitot porrá őrölve írónok készítésére is használják. A termelés 1897-ben 73600 kg, 1900-ban 390400 kg és 1904-ben már 1453000 kg volt. Egy kiló ára körülbelül 1 kor. 26 fillér, mi a természetes nyers grafit árával egyezik meg.

\* Chemiker-Zeitung, 1906. évfolyam 7. f.

MÁRKUS JENŐ.

Megjelenik évenként  
négy füzetben, há-  
romnagynolczadrét  
ívnyi tartalommal;  
időnként szövegközi  
ábrákkal illusztrálva.

# PÓTFÜZETEK

A

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a tár-  
sulat tagjai évi 2 K.  
ráfizetéssel kapják;  
előfizetési ára, a Ter-  
mésztud. Közlöny-  
nyel együtt, 12 K.

XXXVIII. KÖTETHEZ.

1906. NOVEMBER.

4. (LXXXIV. PÓTFÜZET.)

### A rokonok közötti házasságról.

Ha kissé körültekintünk a világban, s vizsgáljuk a házasság körüli szokásokat, felfogásokat a különböző népeknél, nemzeteknél, többek közt arra az eredményre jutunk, hogy a rokonok közötti házasság csaknem mindenütt tilos, vagy legalább is rossz szemmel nézett dolog. Czivilizált államokban törvények tiltják a rokonok egybekelését, s míg közvetlen vérrokonok között a »vérfertőzést« súlyos büntettnek minősítik s teljes szigorral büntetik, addig a távolabbi rokonok házasodását csak különös, magas hatóságoktól függő, kivételes engedély útján teszik lehetővé. Primitív népeknél, kiknek egész lelkülete jobban uralkodik az általános felfogáson vagy közvéleményen, mint a legszigorúbb írásba foglalt törvény, maga a közfelfogás teszi lehetetlenné a rokonok közötti házasságot. A vallás, mely az emberi élet minden kiemelkedő mozzanatát, s így a házasságot is, mindenkor s mindenütt a maga hatáskörébe kerítette, néha igen távoli rokonságokat is házasságakadályozónak tekint.

A rokonok közötti házasságtól való idegenkedés, annak akadályozása és tiltása oly általános, mondhatnók az egész emberiségnél feltalálható jelenség, hogy eredetének, mélyebben fekvő okának kutatása a legérdekesebb feladatok egyikének ígérkezik.

A közönség körében ma az a felfogás uralkodik, hogy a rokonok közötti házasság egészségtelen, gyöngé utódokat eredményez. Ezzel magyarázzák a házassági tilalmak keletkezését is. Ez a magyarázat nem fogadható el, sőt maga a kiindulási pont is teljesen hibás. Ennek bizonyítására később térünk rá.

Feladatunk tehát két kérdésbe foglalható :

1. Miben keresendő a rokonok közötti házasságtól való idegenkedés keletkezésének oka?

2. Igaz-e, hogy a rokonok közötti házasság az utódokra kedvezőtlen, sőt veszedelmes?

Az első kérdéssel számos kiváló ethnografus, bölcsész, orvos foglalkozott. Nézzük a fontosabb elméleteket.

Mc Lennan hívta fel először a figyelmet arra, hogy a rokonok közötti házasságtól általában idegenkednek. Szerinte a vad törzseknél



a nősülésnek két faja különböztethető meg. Egyiknél szabály, hogy az ifjú saját törzsebeli leányt vegyen nőül (endogamia); a másiknál idegen törzsből köteles feleséget szerezni (exogamia). Az utóbbi a sokkal elterjedtebb, s ez zárja ki a legtökéletesebben a rokonok közötti házasságot. Az exogamia pedig Mc Lennan szerint onnan ered, hogy vad népeknél igen gyakori az újszülött leánygyermek meggyilkolása. Ez a szokás nagy nőhiányra vezetett, a mi ismét nőrabló hadjáratokra adott okot; e tényezők révén fejlődött ki az idegen törzsebeli nők többre becsülése s az a balítélet, hogy saját törzsebeli, vagyis végelemzésben rokonnak tekinthető nőt feleségül venni helytelen és veszedelmes. Évszázadok alatt annyira megerősödött ez a balítélet a közfelfogásban, hogy a vallási és polgári törvénykönyvbe került.

Az első, ki erős bírálat alá véve Mc Lennan elméletét, azt megdöntötte, nem kisebb tudós volt, mint maga Herbert Spencer. Nincs célja, hogy érveit felsoroljam, elég arra a néprajzi tapasztalatra utalnom, mely szerint a gyermekgyilkolás seholsem volt olyan arányú, hogy ez nőszegénységre vezetett volna. Egész Afrikában alig van néptörzs, melynél a leánygyermek meggyilkolása szokásban volna, s mégis mindenütt tilos a rokonok közötti házasság. Mc Lennan elméletében egyáltalán nem találjuk meg az indító okát annak, hogy miért vált volna ellenszenvenné törzsebeli nőt venni feleségül.

Herbert Spencer elmélete már megmagyarázza e felfogás keletkezésének lehetőségét. Az egymással ellenséges viszonyban élő néptörzsek rablóhadjárataikban, ősidők óta, egyéb ingó értéktárgyak mellett a nőket is elrabolták. A rabolt nő többet ért, mint a saját törzsebeli, mert nemcsak élvezeti cikk és házi állat volt, mint amaz, de »trophea«, győzedelmi jelvény is. Kifejlődött tehát a vágy, mennél több idegen nőt szerezni, s a rabolt nők számával együtt nőtt a tekintély. A ki hazulról nősült, pipogya, gyámoltalan ember színében tűnt fel, s kifejlődött az említett balítélet, sőt igen könnyen a törvény.

Huth, Westermarck és mások csakhamar rámutattak ez elmélet hibáira. Nem valószínű, hogy valamely törzs oly hosszú ideig — századokig — szakadatlanul győzedelmes lett volna, hogy a lassú fejlődésű balítéletek, felfogások a törvény fokáig erősödhetek volna. A hol győztes fél van, ott van legyőzött is, s a várható felfogásbeli különbségek mégsem fejlődtek ki.

Sir John Lubbock azon föltevésből indul ki, hogy őskorban az emberek teljes közösségben éltek. Minden nő minden férfinak felesége volt. A rablás útján szerzett nők magántulajdonná váltak, ennél fogva a törzsebelieknél értékesebbek voltak. E föltevés megdől azon, hogy a föltételezett közösség, a »common-matrimony« aligha volt meg, s a rablott jószág ritkán lesz magántulajdon.



Tylor szerint az exogamia politikai fogás. A fejlődő törzsnek érdekében állott a szomszéd törzseket mennél több szállal csatolni magához, s ennek egyetlen módja, a különböző törzsek tagjainak házasságra lépése. A házasságok könnyen belátható óriási politikai jelentőségét a világtörténelem minden lapja sokszorosan igazolja, de a föltevés mégsem elég kielégítő.

Kohler az előbbi elmélethez még azt is hozzáteszi, hogy az exogamia kifejlődését elősegítette az a kellemetlen függő viszony, melybe az endogamiában a férfi, felesége családjához kerül.

Morgan áll első helyen azok között, a kik a rokonok közötti házasságoknak az utódokra gyakorolt kedvezőtlen hatásának megfigyelésében keresték a kötelező »exogamia« keletkezésének alapját.

Sir Henri Maine szerint az állattenyésztő és földművelő népek a mesterséges »rokonházasítások« káros hatását is megfigyelhették s átvihték az emberre.

Ez elméleteket megdönti az, hogy a káros hatás lehetőségének ismerete aránylag új dolog, a vad népek nem tudnak róla semmit, s ez a tudat, még ha valakiben meg is van, nem tudná gátolni a szenvedélyeket.

Felmerült ezeken kívül még sok más elmélet is. A rokonok közötti házasságot tiltották volna, mert féltek, hogy a családi összeköttetés túlságos bonyolódottá lesz; féltek hogy a házasságokat túlságos fiatal korban fogják kötni; stb. stb.

A felsorolt elméletek mind megdőlték; közös hibájuk: túl lőttek a célon. Közelebb kell keresnünk az okot.

Ha körülnézünk, azt látjuk, hogy rokonok között maga a szerelem igen ritka. Testvér testvér iránt, fiú anyja, atya leánya iránt szerelmet nem érez. Még unokatestvérek között is ritka e vonzalom. És ha gyakori volna, vajjon tudott volna-e a társadalom gátat vetni, vagy kifejlődtek volna-e egyáltalán a tiltó törvények?

Ezekre a körülményekre Westermarck irányította a figyelmet, s ezen az alapon építette fel ma már csaknem általánosan elfogadott elméletét.

Tapasztalati tény, hogy a kik gyermekkoruk óta együtt élnek, együtt nevelkednek fel, azok között nem fejlődik szerelem. Nem a rokonság az, mely a szerelmet az adott esetekben ritkává, vagy egyáltalán lehetetlenné teszi, hanem az együttélés, együttnevelkedés.

Az ethnographia száz meg száz példát gyűjtött össze annak bizonyítására, hogy a házassági tilalmak terjedelme az emberek együttélésének fokával egyenesen arányos. A mely népnél a család távoli ágai is összetartanak, együtt, esetleg közös háztartásban élnek, ott a házassági tilalom igen messzire megy. (pl. Ausztrália.) A hol minden egyes házaspár el-

különítve, külön tűzhely mellett él, ott csak a szülő és a gyermek, továbbá a testvérek közötti házasság tilos (pl. szinghalézek, busmánok). A rokonok közötti házasság elítélésének s tilalmazásának oka tehát az egész világon egy és ugyanaz; általános emberi, lélektani vagy mondhatnók élettani törvény: együtt fölnevelkedők között nincs szerelem.

Tapasztalás mutatja, hogy egymástól távol, esetleg egymás tudta nélkül felnevelkedő testvérek is szerelemre lobbanhatnak egymás iránt, ha felnőtt korukban találkoznak. Régi regényírók különös kedvvel ragadtak ki ily példákat az életből, s még Jókai munkájában is előfordul. Török időkben hazánkban sem volt példátlan ritkaság. Ezzel szemben alig van rá példa, hogy fogadott gyermekek, vagy másként egy családhoz került, s együtt felnőtt gyermekek egybekeltek volna. Persze az érdek, a pénz, gyakran minden lelki törvényszerűségnél erősebb.

Lássuk most a második kérdést. Igaz-e hogy a rokonok közötti házasság mindenkor káros hatású az utódokra?

Ez a ma már általánosan ismert állítás tulajdonképpen nem is oly régi. Regnault szerint szent Ágoston hangoztatta a legelőször a rokonok közötti házasság káros hatását; utána Burton (1621), Dugard (1671) és Fodéré (1813) orvosi szempontból helyeselték az egyház tiltó intézkedéseit. A kérdés tudományos vitatása Ménière (1856) óta van szakadatlanul napirenden.

Ménière, a hírneves fülorvos, tette azt az észleletet, hogy süketnémák szülei között gyakori a rokonházasság. Lehetetlen felsorolni azt a rengeteg adatot és statisztikát, a mit a kérdés vitatása folyamán az utóbbi évtizedekben rakásra gyűjtöttek. Csakhamar más térről is gyűjtötték az adatokat, s a rokonok közötti házasságot nemcsak a süketnémaság, hanem a meddőség, nehéz szülés, szörnyszülöttek fejlődése, idegbajok, skrophulosis, gyöngeség stb. okának is tartották.

Az összegyűjtött adatok óriási ellenmondásban vannak egymással. Az bizonyos, hogy gyakran megdöbbentő adatokkal találkozunk. Így például a született süketnémák 20—25%-ánál lehetett kimutatni, hogy vérrokon szülőktől származnak. Vagy a meddőséget véve, Devay 8-szor találta 13 rokon-házaspárnál, Cadiot 14-szer 54 közül. Lancry statisztikája szerint 100 rokonházasság közül 16 meddő, 100 nem rokon közül 2·3.

De viszont vannak az előbbiekkal homlokegyenest ellenkező adatok. Saini-Kilda szigetén öt, rokonok közötti házasság átlag 10·8 utódot eredményezett, míg a többiek átlaga 9 gyermek volt. Bemiss 833 rokonházasság adatait gyűjtötte össze. E házasságokból összesen 3942 gyermek származott, vagyis átlagban 4·7.

Az idegbajokat és egyéb betegségeket is figyelembe véve sikerül olyan adatokat találni, a melyek mindenkinek végleg elveszik a kedvét a

rokonházasságtól. Howe 17 rokonházasságból származó 95 gyermek között 44 született hülyét, 12 skrofulást, 1 süketet és 1 törpét talált. Bemiss 34 rokonházasságból származó 192 gyermek megállapíthatta, hogy közülök 58 korán elhunyt, a többi 134 közül 46 egészséges, 47 gyengeelméjű, 23 skrofulás, 4 epilepsziás, 2 elmebajos, 2 néma, 4 hülye, 2 torzalak, 5 albinó, 6 hibás látású, 1 vitustánczban s 32 közelebből nem ismert bajban szenved.

Ezzel szemben elég Devay adatát említeni, ki 612 rokonszülőktől származó gyermek közt egy beteget vagy hibásat sem talált. Bourgeois 25, Séguin 10, Perier 26 családban 1 beteg utódot sem talált.

Már ez adatokból magukból is kitűnik, hogy a rokonok közötti házasság igenis lehet veszélyes, de nem mindig az.

Igen érdekes kisebb emberi közösségek tanulmányozása is. Da Souza néger főnök 400 özvegyét és 100 gyermekét Dahomey egy falujába különítették. Ezek azóta a legborzasztóbb vérfertőzésekben élnek, s nincs közöttük egyetlen süketnéma, vagy másképpen tökéletlen. Santa Rosa szigetén az emberek kizárólag maguk közt házasodnak, s a faj nem korcsosult el.

Batz várának 2733 lakója van. A lakosság századok óta csakis helybeliek közt nőszül. Batz várbelinek lenni, a lakosság szemében féltékenyen őrzött kiváltság, s rangon alóli házasság nem fordul elő, úgyszólván soha. 10 vezetéknév dominál, s egy vezetéknévre 870 ember hallgat. Csupa derék, egészséges, szép szál ember.

A rokonoktól származó utódokról legérdekesebb adatokat az állattenyésztők tudnak mondani.

Az állatok között a »vérfertőzés« igen gyakori. A szabad természetben, vagy akár a szabadon élő csordában, ménésben, kondában a kifejlett állat nem ismer rokonságot. A galamboknál igen gyakori, hogy egy fészekaljából származók párosodnak.

A fajtenyésztésnek legfőbb eszköze, — mint ez köztudomású — a mesterséges párosítás éppen rokonok közt. Hogy ez mennyire mehet, arra elég egy példát említenem.

A Collin testvérek által előállított Durham tehénfaj keletkezésének és tiszta előállításának története vázlatosan a következő. Egy kiváló szép Tee-Water fajú bikának, Studley-Bullnak, folytonos vérfertőzéssel nyert unokája volt a világhírű Hubback nevű bika. Kiváló új tulajdonságokat mutatott, s új, tiszta fajt ígért. Hubback megtermékenyítette testvéreit, lányait és unokáit, s tisztán állott az új tehénfaj: Durham improved. Ennek egyik legkiválóbb alakja volt Favourite nevű pompás bika, Hubback unokája. Ez párosult lányával, unokájával, dédunokájával és ükunokájával, úgy hogy az utóbbitól származó borjában  $\frac{15}{16}$ -od részben, vagyis 93·75%-ban Favourite vére csörgedezett. Az utódoknak szakadat-

lanul egymás közötti párosítása biztosította az új fajt, s a világhírű bikák és tehenek egész sora mesés vagyonhoz juttatta a szerencsés gazdát.

A rokon-párosítások azonban nem mindig járnak ily fényes eredménnyel. Állattenyésztők ismételten említik, hogy a rokonoktól származó utód gyakran gyöngé, korcs alak vagy terméketlen. Egyszeri keresztezés azonban ismét több nemzedékre lehetségessé teszi a rokonok közötti párosodást.

De talán elég a példából. Elég sok adatunk van máris arra, hogy hozzászólhassunk a rokonok közötti házasságok ügyéhez orvosi, természettudományi és társadalmi szempontból egyaránt.

A felsorolt adatokból kétségbevonhatatlanul kitűnik, hogy a rokonok közötti házasság lehet feltétlenül rossz hatású, lehet ártalmatlan, és lehet, mint ezt különösen az állattenyésztés köréből vett példákon látuk, határozottan kedvező. Figyelembe kell vennünk azt is, hogy különösen az embereken tett megfigyeléseknél a káros hatás sokkal szembeötlőbb s megfigyelésre alkalmasabb, mint a kedvező hatás. A betegség, tökéletlenség magára hívja a figyelmet, míg a testi-lelki épség, esetleg észrevétlen marad. A mi rossz és kedvezőtlen, az különben is erősebben hat elménkre, mint a jó és kedvező.

Mindenesetre felmerül a kérdés, miért hat a rokonok közötti házasság az utódokra egyszer így, másszor úgy?

A választ az öröklés törvényeinek ismerete alapján adhatjuk meg.

Az öröklés törvényeinek egyik fontos tétele, hogy a szülők közös egyéni tulajdonságai az utódban összegezve, sőt sokszorozva jutnak kifejezésre, míg a szülők eltérő egyéni tulajdonságai meggyöngyülve jelennek meg. Ha a szülők vérrokonok, föltétlenül vannak közös sajátságai, s ezek az utódban élesen kifejezésre jutnak, míg ha a szülők nem rokonok, csekély a valószínűség, hogy egyéni sajátságai közösek legyenek.

Ha a szülőkben kedvező egyéni sajátságok találkoznak, akkor az utód a tökéletesség felé halad, s ilyenkor a rokonok közötti házasság föltétlenül kedvező. Ha a közös tulajdonságok károsak, az utód tökéletlen, vagyis ha rokonokról van szó, a közöttük kötött házasság bajthozó.

Más szóval: a rokonok közötti házasság magában egyáltalán nincs semmi különös hatással az utódra. Hatást csak a szülők közös kedvező, vagy kedvezőtlen átörökölhető tulajdonságai gyakorolnak. Ha elkorcsosult családból származó férfi, egyik rokonát veszi el, vagy egy más elkorcsosult család valamely tagját, az teljesen egyre megy.

Lássuk most a leszűrhető tanulságot s a gyakorlatilag nagy fontoságú eredményt.

Rokonoknak mindenkor vannak közös, örökölhető tulajdonságaik. Egymás közötti házasságból eredő utódokon e tulajdonságok hatványozottan jutnak kifejezésre. Ha e tulajdonságok károsak, a házasság megakadályozandó, ellenkező esetben elősegítendő.

Szerencsétlenségünkre a káros tulajdonságok könnyebben s erősebben származnak át nemzedékről nemzedékre, mint a jók, s nagyobb bajt hoznak, mint hasznót a jók. E szempontból tehát a rokonok közötti házasság általában kerülendő, de tudnunk kell, hogy azért semmivel sem veszedelmesebb, vagy áldásosabb, mint idegen családok sarjai közt kötött oly házasság, melynél a házas feleknek közös átörökölhető tulajdonságaik vannak.

Gyakorlatilag az az életbevágó kérdés merül fel: Meg tudjuk-e előre mondani, hogy a várható utódok testi-lelki épsége szempontjából kedvező-e valamely tervbe vett frigy, vagy káros?

Az orvostudomány mai állása szerint nagyon sok esetben meg tudunk e kérdésre felelni. Évtizedek szorgalmas munkája oly rengeteg adatot halmozott össze az átöröklés jelenségeinek köréből, hogy csaknem minden betegség s egyéni tulajdonság öröklését pontosan ismerjük.

Tudjuk, hogy leginkább öröklődnek az ú. n. »belső okokból fejlődő betegségek«, melyeknek nyilvánulása a fajtulajdonságok biológiai variációjához hasonló jelenség. Ilyen a színvaktság (*daltonismus*), vérzékenység (*haemophilia*), a haladó izomsorvadás különböző alakjai, több idegbaj, a hajlamosság számos faja különböző betegségek iránt stb.

Tudjuk, hogy egyazon öröklődő ártalom többféle baj alakjában jelenhetik meg. A család egyik tagja mondjuk siketnéma, másik epileptikus, harmadik alkoholista, negyedik öngyilkos, ötödik különcödő, hatodik laza erkölcsű stb., hetedik meg nyolczadik lehet látszólag egészséges, de gyermekeiben, különösen ha rokonnal házasodott, nem lesz öröme.

Fontos tehát tudnunk azt, hogy valamely egyénben lappanghat az átöröklődő káros tulajdonság, mely azonban épp oly átkos hatású lehet, ha rokon vagy hasonló tulajdonságú idegen családtaggal lép házasságra, mintha kifejezett átöröklődő bajban szenvedett volna. Czélszerű tehát, ha minden házasságnál, de különösen rokonok közt tervezett házasságnál megkérdezzük a család bizalmas orvosának véleményét. Az orvos Regnault szerint ily esetben a következőt köteles tenni: 1. Gondosan és alaposan megvizsgálja a házasulandó feleket, s a lehető legnagyobb kiterjedésben átnézi orvosi szempontból az egész családfát. 2. Megtudakolja, vajjon a házasulandó felek ugyanazon környezetben s ugyanazon körülmények közt nevelkedtek-e, mert azonos környezetben, azonos

örökölhető beteges hajlandóságok fejlődhetnek ki. 3. Ha a család e különleges szempontból kifogástalan, s ha a házasulandó felek különböző környezetben nevelkedve egészségesek, szerencsés frigyet helyezhet kilátásba, de ha a szerzett adatok nem kedvezők, a legkomolyabb intő szóval kell az átkos és végzetes veszedelemre felhívni a figyelmet.

Dr. DALMADY ZOLTÁN.

## Az agyag tulajdonságai.

### 1. Az agyag általános jellemzése.

Az agyag földes, száraz állapotban keményebb, de könnyen szétporló, nedves állapotban lágy, gyúrható, sok vízzel híg péppé változtatható és iszapolható. Chemiai összetétele szerint: lúgos aluminium-szilikát vagyis: kovasavból, timföldből és chemiaillag kötött vízből áll. Szénsavtartalmú víz többé nem támadja meg, mert az aluminiumtartalmú szilikátok mállásának meg nem támadható végterméke.

Legfőbb ismertető tulajdonságai:

1. A gyúrhatóság, azaz nedves állapotban alakítható.

2. Száradás és égetés közben a *zsugorodás*. Az agyag ugyanis száradás és égetés közben kisebb térfogatú lesz, mert nedvességét és hidrátvizét elveszti.

3. Nyirkos állapotban körömmel csiszolható, simítható.

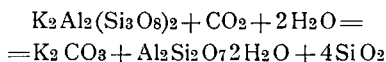
4. Száraz állapotban nedvszívó, minek következtében vizet vesz föl, s a nyelvhez tapad.

5. Gázakat is elnyel pl. a benne lévő szerves anyagok korhadási termékeit; ennek következtében reá lehelve, sajátos, az agyagra jellemző szagot érzünk.

Az agyag vegyi összetétele nagyon különböző a szerint, hogy miféle közetek mállási terméke s már képződésekor a legkülönfélébb anyagok tisztátalaníthatják. Ha a mállásban levő különböző közetekből a víz az agyagot kimossa, tovább viszi és e közben számos mechanikailag

hozzákevert elegyrésztől megfosztva és újabbakkal szaporítva, távolabbi helyen ismét lerakja, a különböző közetekből ilyen módon iszapolt anyagréteg vegyi összetétele még inkább meg fog változni. Ezért volt nehéz az agyag általános chemiai összetételét meghatározni.

A kaolinnak keletkezését az ortoklász földpát mállása következtében, képletben így fejezhetjük ki:



E szerint a tiszta kaolinban van:

47·05% SiO<sub>2</sub>, 39·21% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 13·74% H<sub>2</sub>O.

A természetben lelhető kaolinok vagy agyagok azonban sohasem ilyen tiszták. Leghívebb kísérőjük a ferrioxid, mely nyomokban a legtisztább, a legfehérebb kaolinban is jelen van. Továbbá van benne több-kevesebb szabad kovasav. magnéziumszilikát, alkalifémekszilikátja és karbonátja, valamint kalcium- és ferrokarbonát.

Ezen mellékes elegyrészek között legfontosabb szerepet visz a ferrioxid és a szabad kovasav.

a) A *ferrioxid* vagy *ferrihidroxid* rendszeren a földpáttartalmú közetekben levő ferroszilikátban levő ferrovas oxidációja által keletkezik s a mállás termékét okkersárgára, vörösre, vagy vörösbarnára festi; mint ilyen az aluminiumszilikáttal vegyülni is szokott és esetleg az aluminiumot részben pótolja is. Ez



esetben az agyag vegyi alkotórésze és belőle csak chemiai műveletekkel választható el. Máskor a ferrivas mint vasoxid, csak mechanikailag van az agyaggal keveredve, mikor mechanikai műveletekkel is elválasztható. A ferrihidroxidnak az a nevezetes tulajdonsága, hogy az agyagok gázt elnyelő képességét fokozza és az agyagnak jellemző szagát erősebbíti. Az agyagnak keletkezésekor még nincs ilyen szaga, de nedvszívó tulajdonságánál fogva könnyen megsűríti a vizet, s a víz által elnyelt szerves anyagok bomlási termékeit, valamint a levegőben lebegő mikroszkópos szerves anyagok, algák, baktériumok stb. csiráit és ezek bomlási termékeit a ráleheléskor, a melegítéskor részben elbocsátja. Minthogy a ferrihidroxid az agyagnak gázt elnyelő tehetségét fokozza, érthető, hogy a közönséges agyagfajok, melyek mind nagyobb mennyiségű ferrihidroxidot tartalmaznak, az agyagnak ezt a jellemző szagát sokkal erősebben mutatják. A ferrioxidtartalom alkalmasabbá teszi az agyagot nemcsak a gázok elnyelésére, hanem a vízben oldható sók, továbbá ásványok finom iszapjának és szerves anyagok hulladékának felvételére is.

Az agyagok sárga színüket, mint már említettük, szintén a ferrihidroxidnak köszönik, midőn az agyag oly kőzetekből keletkezik, a melyek eredetileg már ferroszilikátot is tartalmaztak. Néha megtörténik, hogy az anyakőzet mállása oxigén hozzájárulása nélkül pl. mocsaras helyeken, vagy a sziklák belsőjében történik; ilyenkor a szabaddá tett ferrooxid az agyaggal bensőleg levén elegyedve, ezt nem festi meg, az agyag fehér színű marad mindaddig, a míg levegővel nem érintkezik, t. i. míg ferrihidroxid nem képződhetik, mikor is az ily agyag színe szürkésre, kékes- vagy sárgászöldre, vagy okkersárgára változik. Vannak vörösbarna agyagok is; ezek oly

földpáttartalmú kőzetekből keletkeztek, a melyekben a földpát mellett biotit, amfiból, augit, szóval ferrivasat tartalmazó szilikátok is vannak.

b) *A kovasav.* A ferrioxidhoz hasonlóan vagy a földpátok elmállásánál keletkezett alkalifémszilikátoktól, vagy más szilikáttól ered, és az agyaggal szoros vegyi kapcsolatba lép, mely esetben tőle csakis chemiai műveletekkel választható el. A kovasav azonban később képződve, szabadon is előfordulhat az agyagban, mikor is az a földpáttartalmú, összetett kőzetek elegyrészenek (csillám, amfiból stb.) mállási terméke, mely elegyrészek csak későbbben és lassabban mállottak el az agyagban, és ezt felszabadult kovasavjukkal tisztátlanították. Ilyenkor: ha az anyagot kálium- vagy nátriumhidroxidoldattal főzzük, a kovasav kioldható belőle. De a kovasav még mint kvarcshomok, vagy finom liszt alakjában is jelen lehet az agyagban, mely a vízzel való tovaszállítás közben, vagy pedig, mint az anyakőzet finom törmeléke került, vagy maradt vissza az agyagban, és belőle vízzel való főzés és iszapolás által elválasztható. E törmelékhomokot általában *ásványtörmeléknek* nevezhetjük.

A ferrivason és a kovasavon kívül még más elegyrészek is lehetnek az agyagban, melyek szintén vagy bensőleg, chemiailag lehetnek az agyaghoz kötve, vagy pedig csak mechanikailag vannak vele keveredve, mely utóbbi esetben iszapolás által kiválaszthatók. Ilyenek:

c) *A kalciumkarbonát.* Ha az agyag a kovasavban szegényebb, kalciumtartalmú földpát (oligoklász, labrador stb.) kőzetek mállásából keletkezik, a kalciumkarbonát mindjárt az agyag keletkezésekor mint chemiailag kötött alkatrész jelenhet meg az agyagmárgában, melyből csakis savakkal távolítható el. Az eredetileg kalciumtól mentes agyagok azonban mechanikai keveredés útján szintén vehet-

nek fel kalciumkarbonátot, ha t. i. iszapolásuk közben oly vízzel találkozhatnak, mely finom  $\text{CaCO}_3$  törmelék-iszapot tartalmaz, a mit azután a víz az agyagos iszappal bensőleg keverve, ezzel egyidejűleg rak le. Az agyag később leülepedése után is, vehet föl kalciumkarbonátot, ha pl. egy erdős mészkőhegység tövében van települve, honnan a növényzet korhadása folytán keletkezett humuszsav és szénsavtartalmú víz folyton moshat rá oldott humuszsavas vagy szénsavas kalciumot, mely az agyaggal keveredhetik s ezt lassanként márgává alakíthatja át. A míg az ily agyag levegővel nem érintkezhetik, addig a humuszsavas kalcium változatlanul megmarad benne, midőn azonban az ily agyagot bányászák s levegőre jut, a kalcium a levegő  $\text{CO}_2$ -jének rovására, azonnal karbonáttá alakul. Innen van az, hogy némely bánya friss agyagja savval nem pezseg, ellenben a levegőn állva, később pezsegni fog.

d) *A dolomit.* Kalciumkarbonát mellett dolomit is lehet az agyagban. Dolomit jelenléte arra vall, hogy az ily agyag keletkezésében magnéziumtartalmú szilikátok is vettek részt, vagy hogy csillám, amfiból, augittartalmú meszes földpát-közetek elmállása következtében keletkezett. Ha a dolomit valamely agyagban nagymennyiségben jelenik meg, akkor *dolomit-márgának* nevezhetjük.

e) *Magnézium.* Némely agyagban néhány százalék magnéziumszilikát található. A magnéziumszilikát-tartalmú közetekben az alumíniumtartalom háttérbe szorul és aránylag kevés alumínium lévén jelen, fölteszik, hogy a magnéziumtartalmú agyagokban az alumíniumot részben a magnézium pótolja. Az ily agyagok rendszeren nagyon kövérek, olyan zsírosak mint a szappan. A magnéziumtartalom iszapolás által nem csökkenthető. Az ily agyag rendszeren amfiból vagy magnézium-

csillámtartalmú közetek közelében található.

f) *Gipsz* is előfordulhat az agyagban, a mi vagy oldott állapotban leiszapolás közben kerül hozzá, vagy a kalciumtartalmú agyagokban, cserebomlás révén keletkezik, ha ezek véletlenül piritet tartalmaznak. Ez ugyanis a levegőn ferrosulfáttá oxidálódhatik, s ez ferrioxiddá változhat, miközben szabad kénsav keletkezik. A ferrosulfát vízben könnyen oldható só lévén, oldata teljesen átjárhatja az agyagot, melyben a  $\text{CaCO}_3$ -tartalmat cserebomlás útján  $\text{CaSO}_4$ -tá alakítja. A szabad kénsav az agyagban levő alkalifém-szilikátokkal és az alumíniumoxiddal timsót létesíthet, minek következtében az ilyen márga gipszmárgává, vagy timsóttartalmú agyaggá változhat.

g) *Szerves anyagok.* Az említett szervesetlen sókon kívül, még szerves anyagok korhadási termékei is lehetnek az agyagban. A nyirkos agyag még keletkezésekor nagy vonzalommal viseltetik a víz és az abban oldott sók, vagy finoman eloszlott iszap iránt, mikkel bensőleg elegyedik. Ha az agyagot a folyók, finoman eloszlott iszap alakjában, tova viszik, az egyes szétválasztott agyagszemcsék még inkább keveredhetnek a legkülönbözőbb idegen anyagokkal, oldott sókkal és gázokkal, mikroszkópos állatokkal, növényekkel és ezek csiráival, melyeket azután leülepedésük után is megtartanak. Ezek elhalásuk közben nitrogéntartalmú bomlástermékekkel telítik az agyagot. Ezek az elnyelt nitrogéntartalmú bomlástermékek, gázok érvényesülnek akkor, mikor az agyagot melegítjük és okozzák, hogy ha az agyagra lehelünk, jellemző, kellemetlen szagot érzünk. Az agyagba kevert, rendkívül finoman eloszlott anyagok az agyag gyúrhatóságát is erősen módosítják; ezt a hatást a gyakorlati emberek is jól ismerik és igyekeznek hasz-

nukra fordítani. Finom, papírvékony-ságú porcellánedényeket, minőket a chemiai laboratóriumokban használnak, vagy vékonyfalú használati és fény-üzési tárgyakat, minőket a chinai porcellánmesterek bocsátanak forgalomba, sovány porcellánalaptestből formálni nem lehet. Ezeket gipszmintába öntik olyképpen, hogy az agyagból híg pépet készítenek és ezt mintákba öntve addig hagyják a mintában, míg a gipsz a készülő edény cserépvastagságú kérgéből a vizet elvonja, azaz míg az agyag-kéreg, mely a minta alakját híven fölvette, megszáradt. A többi fölösleges, híg agyag-pépet azután a mintából kiöntik, a mintát szétszedik és az agyagpépből keletkezett edényt a mintából kivesszik. E pép csak akkor válik be, ha langyos helyen néhány hétig állott és ha, — a mint azt gyakorlatban nevezik, — a pép már megrothadt és kellemetlen büzt terjeszt. Ekkor tulajdonképpen nem az agyag rothad, hanem rothadnak a belekevert szerves anyagok, melyek az egyes agyagszemecskéket addig összetartották, rothadásuk után pedig szétengedik és a pépet az edénygyártás ezen módjára alkalmassá teszik.

A finoman szétoszlott és bensőleg elegyedett keverékrészekeken kívül még más durvább, könnyen leiszapolható, ásványos részek is vannak az agyagban, nevezetesen: kavics, durva és finom homok. Ezek szerfölött módosítják az agyagnak nemcsak fizikai, hanem chemiai tulajdonságait is, ha az agyag általában chemiai változásokon átmehet. Így nagymennyiségű finom homok az agyagot soványnyá teszi, s kötőkéességét csökkenti.

## 2. Az agyag fizikai és chemiai sajátságai.

A tiszta, minden mellékalkatrészekből mentes agyag fehér színű, körömmel kar-

colható, földes törésű ásvány, mely forrasztó cső előtt nem olvad meg. Kobalt-oldattal hevítve megkékül. Fajsúlya közönséges hőmérsékleten 2,2, de ha idegen agyagokkal kevert, akkor magasabb.

Az agyagnak legfontosabb és értékes tulajdonsága, hogy kiégetve összetartó tömeggé zsugorodik össze, mi közben a chemiailag kötött víz elszáll belőle. Ez a tömeg megint vízzel érintkezve, a vizet többé nem köti meg. Ebben a sajátságban rejlik az égetett agyagnak oly anynyira nevezetes, mondhatni örökös tartóssága.

Az agyag nyirkos állapotban gyúrható, sok vízzel híg, szétfolyó pépet alkot. A sok víz gyúrhatóságát csökkenti, mert az agyagszemecskéket a víz széttolván, vonzásukat, összetartó képességüket gyengíti. A nedvesség hiánya szintén csökkenti a gyúrhatóságot, mert a kiszáritott agyagszemecskék nagyon is közel esve egymáshoz, egymást erősen vonzzák, minek következtében széttolatasuk, — mitől a gyúrhatóságuk függ, — nagyon meg van nehezítve.

Nem minden agyag formálható; van olyan fajta is, mint pl. a nagybányai, a melyet teljesen lehetetlen formálni, ám-bár chemiai összetétele szakasztott olyan mint a tiszta kaoliné. Van kristályos szerkezetű agyag is, mely szintén nem formálható.

A szárított agyag törik, és nem formálható. A víz tehát az a test, a mely az agyagszemecskék közé szívódva, azoknak egymástól való eltolhatását, vagyis a gyúrhatóságot előmozdítja, mindaddig, a míg sok víz az egyes szemecskéket anynyira eltolhatja egymástól, hogy többé egymásra vonzást nem gyakorolhatnak, és pép alakjában folynak szét.

Az agyag látszólag alakatlan tömeg. Mikroszkóp alatt kitűnik, hogy az egyes kaolinszemecskék kristályosak és nem gömbölyűek. Az ilyen kristályos szemecs-

kékből álló agyag sovány, rideg s kevésbé gyúrható, kevésbé formálható. Ha az ily agyagot: a kaolint, a víz tovább viszi, akkoriszapolási útjában a szemecskék mindinkább elveszítik szögletes, kristályos alakjukat, a folytonos hömpölygés és sűrődés következtében legömbölyödnek s az agyag gyúrhatóbb lesz. Innen van, hogy a képződési helyén talált kaolint, ha az anyakőzet el nem mállott törmelékszemeckéitől iszapolás útján megtisztítjuk is, mégis sovány marad, míg az üledékes, vagyis másodlagos helyen fekvő agyagnemek sokkal kövérebbek. Nagyon csökkentik az agyag gyúrhatóságát a vele bensőleg kevert idegen anyagok is, pl. a finom homok, mely aránylag durva szemecskéi miatt nem gyúrható s az agyagot is soványná teszi.

Említettem már, hogy az agyag a vizet, sőt a benne oldott sókat és gázokat is felveszi és azokkal bensőleg elegyedik. Ha az agyagot az ily sóoldat bizonyos határon túl telíti, akkor, — különösen ha az anyag száradni kezd, — ezeket részben ismét kiválasztja magából; azok t. i. az agyagból kikristályosodnak. Innen magyarázható az, hogy az agyagban néha nagyon szép kvarcz-, gipsz-, kalcit-, kősó- stb. kristályok találhatók. A megszáritott agyag sokkal nedvszívóbb, mint a nyirkos agyag, s ezért a vizet sokkal rohamosabban és nagyobb mennyiségben bírja elnyelni. A tapasztalat azonban azt igazolja, hogy a száraz agyag a vízben oldott sókat már nem tudja felvenni, miért is, ha száraz agyagot sók oldatával öntöznek, a sók az agyag repedéseiben vagy felületén szépen kikristályosodnak, vagy kiválnak. Az agyagszemecskék száradás közben úgy látszik annyira összehúzódni, hogy az idegen alkotórészeket már nem fogadhatják szemecskéik közé, sőt a nedves állapotban felszívott, oldott sókat, száradás közben szemecskéik közül kiküszöbölik, mintegy kisajtolják.

A vízzel kevert híg agyagpép szemecskéi között az összetartás annyira meglazulhat, hogy e sók egy részét, különösen pedig az elnyelt, vagy az agyagba zárt s korhadásban lévő szerves anyagoktól fejlesztett gázokat magából elbocsátja.

A száritott agyag a tiszta vizet oly rohamosan szívja részecskéi közé, hogy ennek következtében ezek eltolódnak, s ha már a kellő mennyiségű vizet felszívta, széthul, porhanyóvá lesz.

Az agyagot könnyebben fel lehet dolgozni, illetőleg könnyebben lehet kellő mennyiségű vízzel összegyúrni, ha az agyagot nem szárítjuk, hanem *kiteletteljük*. Ha a nyirkos agyag télen át megfagy, akkor az agyagszemecskék közé felszívódott víz megfagy s e jégkristálykák az agyagszemecskéket elválasztják egymástól és porhanyóvá teszik. Ha a megfagyott agyagot hirtelen enyhe idő éri, a szemecskék között ropant sok finom repedés látható. Kővér, zsíros agyagokat, melyeknek szemecskéi oly közel vannak egymáshoz, hogy sikos felületükről a víz lefolyik s nem juthat a belsejébe, kiteletteléssel tesznek porhanyóvá. Soványabb agyagok kitelettelés által igen könnyen válnak porhanyóvá, nagyon kővér zsíros agyagok sokszor a legerősebb téli fagy után sem mállanak el teljesen. Ilyen pl. a biharmegyei jó tűzálló *révi agyag*. A téli erős fagyok hatását szépen észlelhetni Kolozsvár mellett, a »Hója« hegységben lévő Dacitufán. Alkalnam volt személyesen meggyőződni, hogy nagyobb lehullott darabok, melyeken ősszel még csak a mállás kezdete mutatkozott, tavaszig a nedves ősz és havas, erős tél után teljesen elmállottak, agyaggá váltak, sőt el is porladoztak, úgy hogy ily tömzsökből a következő nyáron már kitűnő próbatéglákat égettem. Az agyag, vasoxid, kalciumkarbonát humusz, talaj és tűzegyszemecskék, az áradó víztől, felkavarva és hőm-

pölygetve, sűrölve, rendkívül finom iszapot létesíthetnek; ezek bensőleg elegyedve és a víz fenekére szállva, oly egymű tömeggé tapadhatnak, hogy az iszapolt agyagból az idegen részecskéket mechanikai módszerekkel többé szét sem választhatjuk. Ha ezek az idegen alkotórészek az agyagba beiszapolódnak, különböző agyagnemek keletkezhetnek. Pl.:

agyag és ferrihidroxid benső elegyből keletkezik a közönséges fazekas agyag;  
agyag és kalciumkarbonát elegyből az agyagmárga;

humusz és tőzeg hozzákeveredése által a nyirok vagy bitumenes agyag stb.

Ezekben az egyes alkatrészek mindegyikének finoman elszórt és egyenletesen keveredett állapotban kell lenni, mi csak akkor következik be, ha ezek a keverékrészek erős vízárám felszínén, folytonos keverés közben, sokáig úszhatnak. Ha e föltételek közül egyik-másik hiányzik, akkor az elegyrészek egyenetlenül és durvább szemecskék halmazában rakódnak az agyagszemcsék rétegei közé, mikor is azok már nem elegyrészek, hanem csak tisztatlanságok, s az agyagból erősebb vízárám segítségével elválaszthatók, leiszapolhatók.

A nedves agyag hőmérséklete mindig kisebb mint az őt környező levegőé. Ez nagyon természetes, mert az agyag folyton szárad, s a belőle elszálló víz mindig sok meleget köt meg. A híg agyagpép hőmérséklete, rendes nyári hőmérsékleten alig mutat 10—12 C.<sup>o</sup>-nál többet. A víz elpárolgása után, midőn t. i. az agyagpép már szilárd tömeggé száradt össze, az agyag hőfoka alig emelkedik 4—5 C.<sup>o</sup>-kal. Csak a már meglehetősen megszáritott agyag hőfoka közelíti meg a környező levegő hőmérsékletét.

Az agyaga vele mechanikailag keveredett vizet annál makacsabban tartja vissza, mennél szárazabb; innen van, hogy ha a víztartalmat pontosan akarjuk meg-

határozni nem elég az agyagot 100 C.<sup>o</sup>-ra hevíteni, mert a vele keveredett víz utolsó része csak 110—120 C.<sup>o</sup>-on való tartós hevítéssel távolítható el. E szárítás közben azonban az agyagszemecskék mindinkább közelednek egymáshoz, minek következtében az agyag, vagy a belőle készült tárgy mindig kisebb és kisebb lesz. Az agyagnak ezt a tulajdonságát *zsugorodásnak* nevezzük. Az agyag zsugorodása jó darabig lépést tart az agyag száradásával, mindaddig t. i., míg száradás következtében, a rendesen gömbölyű agyagrészek és a közzé keveredett idegen szögletes közettörmelékszemecskék annyira közeledhetnek egymáshoz, hogy egymást rendetlenül megfekszik, vagy szögletes élleikkel egymást érintik.

Az agyagszemecskékezen rendetlen érintkezése miatt közöttük apró hézagok támadnak, melyekben még mindig lehet 5—8% víz, úgy hogy ezután az agyag még száradhat, de száradása közben többé már nem zsugorodhatik. A száradási viszonyokat az agyag tömörsége, valamint a belőle készült tárgy alakja, a nedvesség egyenletes vagy egyenetlen foka, valamint a környező hőmérséklet nagyon módosíthatja.

Ha valamely agyag egész tömegében egyenletesen tömött, egyenletesen nedves és minden irányban egyenlő, párhuzamos lapok határolják, azaz: szabályos (pl. koczka) alakja van, és egyenletes hőmérsékleten száradhat: akkor zsugorodása nagyon csekély.

Ha azonban valamely agyagból készült tárgy nem egyenletesen tömött és nedves, falai hol vastagabbak, hol vékonyabbak: akkor száradása, — még ha a hőmérséklet egyenletes is — egyenetlenül történik, zsugorodása tetemezebb lehet, minek következtében a tárgy könnyen elgörbülhet, sőt el is szakadhat. A természetben gyakran láthatjuk, hogy az agyagos talaj fölszíne össze-vissza

van repedve. Különösen jól látható ez nagyobb esőzések után, midőn az ilyen talaj jól átnedvesedvén, a nedves időjárást szárazság váltja fel. Az agyag a felszínén elveszítvén nedvességét, összezsugorodik; az alantabb fekvő rétegek azonban, minthogy a Nap melege nem hatolhat hozzájuk, éppen nem, vagy csak lassan száradnak, miért éppen nem, vagy csak alig zsugorodnak, következésképpen a felső és lennebb fekvő rétegek között feszülések állanak elő és a talaj összevissza repedezik.

Mennél nyirkosabb az agyag, annál jobban zsugorodik, és mennél szárazabb, annál kisebb a zsugorodása. De a kövérebb agyag is jobban zsugorodik száradás közben, mert a kövér agyag csaknem tiszta agyagszemecskéinek zsugorodó képessége fölötte nagy. A sovány agyagok kevésbé zsugorodnak, a mi természetes is, mert az agyagszemecskék között sok kvarcz-homok v. ásvány-törmelék, szóval oly anyagok vannak, a melyek vizet nem vesznek fel, tehát száradás közben nem is zsugorodhatnak, sőt ha nagyobb mennyiségben vannak az agyagban, az agyag zsugorodását is csökkentik. A gyakorlatban a soványító alkatrészek ezen tulajdonságát értékesítik is, és a nagyon kövér agyagokat homokkal vagy finomra őrölt, égetett cserépporral (chamotte) szokták keverni, hogy az agyag zsugorodó képességét csökkentsék, s hogy ezáltal a zsugorodással járó gyártási kellemetlenségeket, mint az agyagnak száradás közben való elgörbülését, vetődését, repedését stb. megakadályozzák. A soványító alkatrészek alkalmazásával az agyag tömörsége is változik; az agyag, valamint a belőle égetett cserép lazább, likacsosabb lesz, mert 1. az ily agyagban csökken a zsugorodni képes agyagszemecskék száma. 2. mert a köztük levő homok- és ásvány-törmelék megakadályozza, hogy az

agyagszemcsék egymást teljesen megfekhessék és fedhessék. A gyakorlatban a kályhák és főzőedények készítésénél ebből az okból szokták használni a soványító alkatrészeket; az általuk lazábbá, likacsosabbá változtatott cserép sokkal inkább ellenáll a gyors hőfokváltozásnak, melyeknek pedig a főzésre, fűtésre használt cserépedények lépten-nyomon ki vannak téve.

Az agyag magasabb hőmérsékleten nevezetes változásokon megy keresztül. Nevezetesen az agyag elveszítvén kötött vizét, kemény, nyelvhez tapadó, likacsos szövetű, magasabb hőmérsékleten nyelvhez nem tapadó, csengő, kőszerű anyaggá: *cseréppé* változik, miközben gyúrhatóságát tökéletesen elveszti, kisebb térfogatú lesz (zsugorodik) s igen gyakran a színét is megváltoztatja. A kavasahidrában és a ferrihidroxidban levő víz aránylag már alacsonyabb hőmérsékleten elszáll, s ha az agyagot még magasabb hőmérsékletre hevítjük, akkor belőle a chemiailag kötött víz is elszáll, minek folytán az agyag megszűnik agyagnak lenni s többé vízzel sem alakítható agyaggá. Magas hőmérsékleten az agyaggal kevert kalciumkarbonát és magnéziumkarbonát szénsavja is elszáll, a vele esetleg kevert szerves anyagok is elégnék, és az agyagszemecskék mindinkább közelednek egymáshoz, minek következménye szintén az agyag zsugorodása lesz. Az alacsonyabb hőmérsékleten (1000 C.<sup>o</sup>) égetett cserép rendszeren likacsos, nyelvhez tapadó, vizet átengedő kemény, csengő, nem gyúrható anyag. Ha az agyagot (1200—1500 C.<sup>o</sup>-on) hevítjük, akkor a belekevert ömlesztő anyagok megolvadnak, a kavasavas-alumíniummal összetett szilikáttá egyesülnek, az agyag a tűzben meglágyul és erősen csengő, kagylóstörésű, kőszerű agyaggá *kongó* (klinker) *cseréppé* ég. Ez a cserép már igen kemény aczállal szik-



rát ad, nyelvhez nem tapad, vizet nem szí föl s falain a vizet átszivárogni sem engedi. Ilyen cserép a porcellán, továbbá az úgynevezett kőagyagárúk (Steinzeug) cserepe és a Budapesten kövezetül is használt keramit-tégla.

Az agyag magas hőmérsékleten csak akkor válik kongó cseréppé, ha a vele keveredett ömlesztő anyagok helyesarányban vannak. A tiszta agyag (a leiszapolt kaolin) a legmagasabb hőmérsékleten sem lágyul, vagy olvad meg. Ha azonban az ömlesztő anyagok valamely agyagban a tiszta agyagos részszel szemben túlsúlyban vannak, akkor az agyag magasabb hőmérsékleten salakká olvadhat, miközben, különösen, ha sok szerves anyag és szénsavtartalmú alkatrészek voltak jelen, az olvadék likacsossá is válik, mert az elszálló gázok az erősen meglágyult, megolvadt agyagot felduzzasztják s likacsossá teszik. Legfontosabb ömlesztő anyagok, melyek az agyagfajok tűzállósági fokát csökkentik: az alkali-fémek és az alkalföldfémek sói; a folyópát, a vas- és mangánoxid, a földpát, a kvarcz, augit, amfiból stb. Az agyag olvadási fokát legjobban módosítja a magnézium-, azután a kalcium-, a vas- és legkevésbé a káliumszilikát. Általában azt mondhatjuk, hogy az agyag tűzállósági foka, egyrésztől az ömlesztő anyagok, másrésztől pedig a kvarcz-tartalom viszonyától függ. A legtűzállóbb agyagok e szerint a kaolin, a tiszta pipa-agyag, melyek a vas ömlesztési fokánál sem olvadnak meg, ezeket *tűzálló agyagoknak* nevezik; míg a közönséges ferrioxidban dús agyagok magasabb hőmérsékleten már megolvadnak, azaz: nem tűzállók.

Az agyag tűzállósági fokának meghatározására többféle módot javasoltak. A többek között *Bischof* a chemiai elemzések adataiból tűzállósági tényezőket állapított meg, melyeket a kovásv és

timföld, továbbá a timföld és az ömlesztő anyagok viszonyából számított ki. Az így kiszámított tényezők azonban nem mindig esnek össze az agyagnak a tűzben való viselkedésével.

*Petrik Lajos*, budapesti állami felsőipariskolai tanár, az agyag gyakorlati értékű tűzállósági fokának meghatározására, agyagból apró gúlákat készít és azokat 1. gáztokos kemenczében 1000 C<sup>o</sup>-on, 2. kokszzsal fűtött kemenczében 1400 C<sup>o</sup>-on, 3. *Deville*-féle kemenczében 1550 C<sup>o</sup>-on égeti, és az agyagnak ezen különféle hőmérsékleteken tanúsított viselkedése szerint 8 fokozatot állított össze, melyekből az agyagnak gyakorlati használhatóságára meglehetősen biztossággal következtethetünk.

Az agyag tűzállósági fokának meghatározására igen jól fel lehet használni *Dr. Szabó József*nek, a budapesti egyetem volt tudós tanárának azt a módszerét, a melyet az ásványok olvadási fokának meghatározása céljából dolgozott ki és melynek alapján 8 olvadási fokozatot állapított meg. Ekkor azonban az agyagot, mely tűzben pattog és széjjelugrik, óvatos kiszáritás után, üvegsőben addig kell izzítani, míg hidrátvizét elveszíti és csak ezután lehet középmákszem nagyságú darabokkal, a *Bunsen*-féle lámpa lángjában, az olvadási kísérleteket végezni.

Az agyag a tűzben legtöbb esetben színét is megváltoztatja; a színváltoztatás fő- okozója rendszeren az agyagban levő ferrioxid vagy ferrihidroxid, mely a szerint a mint nagyobb vagy kisebb mennyiségben van jelen, a cserepet sárgára, vörösre, vörösbarnára vagy sötétfeketeszínűre festi.

A tiszta kaolinfajok rendszeren fehér, vagy nagyon halványsárga színű cserepet adnak, míg a ferrioxidban dús agyagfajok a cserepet erősen vörösre festik, feltéve, hogy a cserepet oxidáló lángban égetjük ki. A ferrioxid festőképessége akkor kezd

érvényesülni, mikor körülbelül 5 rész timföldre 1 rész ferrioxid esik; ekkor a cserép színe borsárga lehet. Ha 3 rész timföld jut 1 rész ferrioxidra, akkor a cserép színe már vörösbe megy át. Ha az ily agyagban esetleg sok mész van és magas hőmérsékleten égetjük, a mész, a ferrioxid és a timföld a kovasavval színes szilikáttá vegyül, miközben a cserép színe (mely alacsonyabb hőmérsékleten ez esetben még vörös színű), sárga, esetleg sárgászöld, vagy zöldes színű lesz. Az égetett agyag sárga színet a ferri-kalciumoxidvegyület okozza. A mész-tartalom tehát magas hőmérsékleten, melyen t. i. az agyagban lévő ömleszthető anyagok részben már megolvadnak és az agyag meglágyul, szerfölött módosíthatja a cserép színét. A budapesti (rákosi) téglá, melynek anyagát az alföldi nagy medenczéből kapják és a melyben sok mész van, vörösszínű, míg a belőle magas hőmérsékleten égetett keramit-tégla sokkal világosabb, borsárga színű. A Kolozsvár melletti »Törökvágás«-ból fejtett agyag, tetemes ferrihidroxid tartalmánál fogva szép sötét vörösszínű cserépet ad. Ha ezt az agyagot a Kolozsvár altalaját tevő mésztartalmú, kékes színű agyagpalával keverve, körülbelül 1000 C.<sup>o</sup>-on égetjük: akkor a cserép rózsaszínű; míg ha ezt a rózsaszínű cserépet magasabb hőfokon, közel az olva-

dási fokhoz, égetjük, akkor a budapesti keramit-téglához hasonló, piszkos zöldes-sárga, világos színű, kongó (klinker) cserepet kapunk.

A ferrioxidban dús, mészben szegény agyagfajok, mint a milyen pl. Kolozsvár mellett a *törökvágási agyag* is, az arany olvadási fokán: 1150 C.<sup>o</sup>-on már sötétbarna v. fekete színű cserépet adnak. Ennek az a magyarázata, hogy a ferrioxid ily magas hőmérsékleten, redukáló-lángban, ferro-ferrioxiddá ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) redukálódik, s ez sötétbarna vagy fekete színű. Ha ily cserép lehűlésekor gondoskodunk, hogy a hűlő és olvadásig hevített cserép-hez elégséges levegő jusson, a felületén a ferrooxid ismét ferrioxiddá oxidálódhatik, mikor a cserép a felületén szép vörösbarna színű lesz, míg belseje, hová az agyag zsugorodása és tömörttsége miatt kellő mennyiségű oxigén nem hatolhatott, fekete marad.

A vízvezetéki és kéménytoldaléknak használt ú. n. kőanyagárú csöveket mindig redukáló lángban égetik, minek következtében feketeszínűek. Ha azonban a még izzásban lévő árúkhöz, lehűlésök közben sok levegő juthat a kemenczenyílásokon át, külső rétegökön a ferroferrioxid ismét ferrioxiddá oxidálódhatik, s ekkor külső faluk tetszetős vörösbarna színt vesz fel, míg belsejük, a törési felületen fekete marad.

PAP JÁNOS.

## A kolloid fémekről.

Eddig az volt felfogásunk a fémekről, hogy csak chemiailag ható oldószerekben oldódnak fel; azonban a kolloid-fémek vízben is oldódnak s a fémek ilyen állapotban olyan sajátságokat öltenek fel, a melyek méltán kelthetik fel érdeklődésünket.

Kolloid fémoldatok tulajdonképpen már régóta ismeretesek; de tanulmányozásukban csak a legújabb időben történt számottevő haladás. Ezekből pedig kiderült, hogy a legtöbb fém\* valami olyan polimer alakot ölthet fel, a melyben a metalloidekra emlékeztet. A fémek ilyen polimeres módosulatban vízben feloldódnak, oldatukból, nagy molekulájú, alakatlan szerves testekhez: enyvhez, fehérjéhez hasonlóan, állati hártályakon tiszta vízbe nem, vagy fölötte lassan diffundálnak át. Az ilyen állapotban levő fémeket kolloid fémeknek, illetőleg a fémeknek vízben oldható módosulatait »hydrosol«-oknak nevezik. Így a kolloid-esüstöt »ezüsthydrosolnak« is mondják.

Azzal a kérdéssel, hogy a kolloid-fémek vízben valóban kolloid-oldatot létesítenek-e, vagy pedig ezek a kolloid-oldatok a fémet csak végtelen finoman eloszolva, lebegő állapotban tartják? számos kutató, főleg pedig Bredig foglalkozott.

\* Erdmann, Anorg. Chemie.

\*\* Z. f. angew. Chemie, 1898., 951. lap.

Ha a kolloid oldatokhoz\*\* bizonyos anyagokat, különösen elektroliteket elegyítünk, ezek megalvadnak, koagulálnak, azaz: az oldószerben oldhatatlanokká válnak. Hasonló jelenségek észlelhetők finoman elosztott lebegő anyagokon is, például a kaolin iszapolásánál.

Bodländer kimutatta, hogy a legtöbb sav egyenértékű oldata a kaolin leülepedését annál jobban gyorsítja, minél nagyobb az elektromos vezetőképessége; ellenben a nem elektrolitok hatás-talanok.

Hasonló leülepitő jelenséget figyelt még Meyer és Lottermoser a kolloidezüst, úgyszintén Lindner és Picton a kolloid-arsensulfidoldatnál. E tekintetben a lebegő anyagok és a kolloid-oldatok egyformán viselkednek. Lindner kimutatta, hogy a kolloidok az elektrolizisnél többnyire az anódon válnak le, és csak nagyon ritkán a katódon.

Biltz\* ezen az alapon megkülönböztet negatív hydrosolokat, mint például: arany, platina, selen stb., továbbá pozitív hydrosolokat, melyek a katódon válnak le, mint: vashydroxid, aluminiumhydroxid, thoriumhydroxid stb. Hasonló jelenségeket észleltek azonban közönséges vízben lebegő anyagokon is.

A fémkolloidok a fényt már igen csekély fémtartalom mellett is, majdnem tel-

\* Chem. Centralbl. 1904.

jesen elnyelik. Fém tartalmuk elektrolitek jelenlétében, vagy megfagyasztással kiválasztható, míg a nem elektrolitek, pl. alkohol, acetón, cukor stb. változást nem idéznek elő.

A kolloid fémoldatokat, Bredig a rendelkezésére álló legnagyobb nagyítással vizsgálta és egy esetben sem látott bennök különmemű részecskéket.

A Siedentopf-Zsigmondy-féle ultramikroszkóppal végezve a vizsgálatot, a kolloid molibdénké- oldatban nem állapíthatunk meg különálló részecskéket, de hasonló körülmények között a kolloid arany oldatát sikerül mikroszkóppal »feloldani«, azaz az oldatban egyes igen finom részecskéket észrevenni.

Bredig azt tartja, hogy itt legfinomabb szerkezetű különmemű rendszerekről van szó, a mit azzal bizonyít, hogy ezekben az áteső fényben teljesen tiszta és átlátszó folyadékokban, erős iv- vagy napfény szétszórt fényt hoz létre, a mely fény a Nicol-féle prizmaival megvizsgálva, majdnem teljesen sarkított fénynek bizonyul.

Mindezen jelenségek valószínűvé tesszik\*, hogy a kolloid oldatok oly anyagok, a melyek az egynemű (folyadékok) és különmemű rendszerek között állanak.

Kolloid fémoldatokat mind kémiai, mind fizikai úton előállíthatunk.

A kémiai eljárás régebbi és azon alapul, hogy fémsókat oldatban redukálunk. Redukáló szerül a leghasználatosabbak: ferrosulfát, stannosók, hidrogén, foszfor, kéndioxid, formaldehyd, hidrazinhydrát, hangyasav stb.\*\*

A kolloid oldatok tartósságának főfeltétele, hogy az edények, a víz és a vegyszerek a legnagyobb mértékben tiszták legyenek. Néhány kolloid fém előállítását kémiai úton a következőkben közlöm.

\* Zeitsch. f. phys. Chem., 1900., 32. lap.

\*\* Ber. d. deutsch. chem. Ges., 1903, 609. lap.

\*\*\* Erdmann, Anorg. Chem.

*Kolloid arany.* Már Faraday-nek sikerült aranychloridoldatból az aranyat foszforral redukálni, midőn vörös és kék folyadékokat kapott, melyek fém aranyat tartalmaztak. Újabban Zsigmondy állított elő formaldehyddel igen szép és tartós kolloid aranyoldatokat, melyeket ő a fémes arany oldatának tart.

Kolloid arany és kolloid ónsav kevéreke adja a Cassius-féle aranypurpurt, melyet a porcellán- és az üvegfestészetben vörös színek előállítására, aranyrubin-üveg készítésére használnak. Ibolyaszínű port, aranychloridból stannochloriddal készíthetünk.

*Kolloid ezüst.* Wöhler szerint legkényelmesebben úgy állítható elő, hogy száraz citromsavas ezüstöt, 100 C°-on, hidrogénnel redukálunk. A képződött kolloid ezüst vízben oldható és az oldatból nátriumsulfát, salétrom és más sók, kék csapadék alakjában választják ki. Néha sikerül az ezüstöt aranyszínű módosulatban állítani elő.

*Kolloid platina és palladium.\** Chloridjuktól, Lottermooser formaldehyddel, Gutbier hydrazinhydráttal választotta ki. *Kolloid selen\*\** válik ki Schultze szerint, ha selendioxidot vizes oldatban óvatosan kéndioxiddal redukálunk.

Ha kémiai úton,\*\*\* redukálással akarunk vízben oldható kolloid fémeket előállítani, előrelátható, hogy olyan fémek, a melyek a vizet bontják, szándékunkat megnehezítik, mert ekkor nagyobbnak kell lenni a redukálószer potenciáljának (melyet mint elektromotoros erőt mérünk), mint a mekkora a hidrogéné (1 atm.-nál), minek következtében a vizet leg többször már a redukálószer megbontja.

Ilyen kolloid fémeket csak akkor sikerül előállítani, ha a vízbontás reakció gyorsasága igen csekély, a redukálószer

\* Ber. d. deutsch. chem. Ges., 1904. I.

\*\* Ber., 1904. V. 1095.

\*\*\* Ber. Bredigtől.

okozta fémleválasztásreakciógyorsasága pedig igen nagy. Ebből érthető, hogy kémiai úton eddig csak a kolloid arany-, platina-, palládium-, ezüst-, higany-, réz-, bizmut- és selenhydrosolt sikerült előállítani, melyeknek elektromotoros ereje kisebb, mint a hidrogéné.

A fizikai eljárásnál ezen akadályok nincsenek, ezért sikerül ilyen fémeket átmenetileg, részben állandóan előállítani.

Figyelemre méltók\* Heinrich eljárássai, ki a kolloid fémek előállítására a több vegyértékű phenolokat használja fel, a melyek közül pl. a hydrochinon, a fotografiában mint előidéző, ismeretes. De más előidéző is pl. az eikonogén is alkalmas hasonló célra.

Heinrich szerint, ha a phenol molekulájában a hydroxylcsoportjainak száma növekedik, a redukáló hatás is nő, valamint hatással van a benzolgyűrűben elfoglalt helyzetük is. Redukáló erejük, állítólag akkor legnagyobb, mikor a hydroxylcsoportok ortho és para helyzetben vannak. A hydrochinon pl. sokkal erősebben redukál, mint a resorcin.

Heinrich a sósavas aranychloridból több vegyértékű phenolokkal zöld, kék, rózsaszín és lilaszínű arany-szolgatokat állított elő; a színek a szerint változtak, a mint az oldat savanyú vagy lúgos volt. Ha a vöröses színű kolloidarany-szolgat vízfürdőn bepárologatjuk, arany-színben fénylő, vékony rétegben átlátszó, szilárd szolgat kapunk, mely hónapok múlva sem változik meg, vízben mint kolloid oldódik fel és ha ezen oldatot megfagyasztjuk, jellegét fölengedése után is megtartja. Heinrich hasonló eljárással a kolloid-platinát, ezüstöt és higanyt is előállította.

Garbowski-nak\*\* gallussavval, taninnal, protocatechusavval és pyrogallal sikerült kolloid fémeket előállítani és azt

tapasztalta, hogy ha a vegyületben a hydroxyl mellett carboxylcsoport is van, a vegyület redukáló tehetsége csökken, de nem szűnik meg. A zsírsav-sorozat aldehidjeit tanulmányozva azt tapasztalta, hogy ezek is képesek részben állandó, részben pedig csak átmeneti *fém-szolgat* létesíteni. Hatásuk a molekulaszám növekedésével csökken.

Paal és Amberger\* a tojásfehérjéből előállított protalbinsav és lysalbinsavval kísérleteztek. Ezen savak alkalisói a nehéz fémek sóival csapadékot adnak, melyekben a nehéz fém az alkalifém helyét foglalja el. Az ily csapadéknak kiváló tulajdonsága, hogy maró lúgokban újból feloldódik, anélkül hogy a nehéz fém mint oxid vagy hydroxid kiválnék, mivel kolloidoldat alakba mennek át, és a visszaalakult protalbinsavas, illetőleg lysalbinsavas alkalifém feltűnően állandóvá teszi őket.

Ilyen oldatokban a nehéz fém az elemzési módszereknél használatos kémszerekkel kimutatni, vagy csapadék alakjában kiválasztani nem lehet. Ezt a sajátosságot legújabbban vas- és ezüsttartalmú gyógyszerek előállítására értékesítik.

Paal e jelenség okát abban találja, hogy a maró alkalifém-hydroxidokban való oldás alkalmával, a nehéz fém hydroxidja, illetőleg oxidja, a protalbinsav és lysalbinsav fajlagos védőhatása következtében nem válik ki, hanem kolloidális állapotban, oldva marad.

Ilyen védő hatás tapasztalható akkor is, ha valamely fémkolloid oldatát kevés zselatinnal elegyítjük; elektrolit hozzáöntésekor alvadás nem fog bekövetkezni.

Paal-nak sikerült a kolloid ezüst-oxid vízesoldatából, a protalbinsav és lysalbinsav alkalifém-sóival a kolloid ezüstöt előállítani. Bepárolgatással a kolloid ezüstöt tartós, szilárd alakban állíthatjuk

\* Ber., 1903., 609. lap.

\*\* Ber., 1903., 1. 1215. lap.

\* Ber., 1904. I.

elő. Egészen hasonló módon kolloid aranyat is állított elő, még pedig folyékony és szilárd állapotban.

A P a a l és A m b e r g e r által előállított fémhydrosoloknál a tojásfehérjéből létesített két sav sói végzik a redukálást. P a a l megkísérelte velük a platina-csoport fémjeinek *sol*-jait is előállítani, de redukáló hatásuk gyengének bizonyult. Hydrazinhydráttal azonban, protalbinsavas-, illetőleg lysalbinsavas nátrium jelenlétében, a kolloid platinát és palladiumot is sikerült előállítani, míg a kolloid iridiumot csak nátriumamalgam közvetítésével létesíthette. Ezen kolloid fém-*solok* is, éppen úgy, miként a P a a l által előállított kolloid ezüst és arany, szilárd, vízben oldható alakban képződnek. (A P a a l előtti kutatóknak ez nem sikerült.)

Érdekes V a n i n o és H a r t l \* azon tapasztalata, hogy egy az Ascomyceták osztályába tartozó gomba, az *Aspergillus Oryzae* redukálóképessége oly nagy, hogy kolloid fémek előállítására igen jól felhasználható.

Kolloid fémeket azonban nemcsak *chemiai*, hanem *fizikai* úton is sikerül előállítani.

B r e d i g \*\* használta felelőször nagy sikerrel az elektromos előállítási módot, a nélkül, hogy valami *chemiai* redukáló szert is alkalmazott volna. Ő a víz alatt levő fém-elektrodok között történő elektromos kisülések szétporlasztó hatását juttatta érvényre.

B r e d i g az ívfényt víz alatt pl. két aranydrót között állította elő (30—40 v. és 6—10 amp.) és a katód szétporlasztásával, megfelelő körülmények között, szép biborvörös v. sötétkék aranytartalmú oldatokat kapott, melyek hónapokig sem veszítettek a színükből. Savak, sók hozzáöntésére, továbbá beszárítva, vagy megfa-

gyasztva, kékesfekete por alakjában fém-arany csapódik ki az oldatból, mely dörzsölve szép aranyfényű lesz. Ha az így készült kolloid oldatot elektrolizáljuk, a fém úgy, mint más kolloid is, az anódon fekete iszap alakjában válik le.

B r e d i g \* első kísérletei között érdekes a *kolloid platina* előállítása.

Ha igen híg kénsavba platinaanódot mártunk és ólomkatóddal, melynek végén friss metszéspont van, a sav felületét érintjük, ha a feszültség elég nagy arra, hogy mérsékelt áramot létesítsen, a fém az elektrolittel való érintkezés pillanatában a drótkatódról fekete felhő alakjában szétporlad.

Néhány másodperc múlva a folyamat megszűnik; megújítható, ha az ólomkatód végét ismét levágjuk. A szétporlasztás annál könnyebben következik be, mennél higabb a sav és mennél nagyobb a feszültség.

A tünetény sokkal feltűnőbb, ha savanyú elektrolit helyett, kálium- vagy nátriumhydroxidot használunk. Ekkor az oldat töménysége nem lényeges. Minden egyes alkalommal sűrű, fekete ólomporfelhőket figyelünk meg, melyek a katódról leválva, az oldatban elterjeszkednek. Lúgos oldatban nem szükséges, hogy az ólomnak friss metszéspontja legyen, a folyamat e nélkül is folytonos. Platina, ezüst, cadmium stb. nem porlasztható el káliumhydroxidban való elektrolizissal, míg ívfényben igen.

B r e d i g \* azt véli, hogy ezen víz alatti elektromos katód szétporlasztásoknál csak levegőrészekkel van dolgunk, melyek nagysága a molekulák nagyságrendszerét ( $0.001\mu$ ) csak körülbelül ezerszer mulja felül, más szóval, ezen finom levegőrészecskék nagyságra nézve oly rendszerhez

\* Ber., 1904., 3. 3620. lap.

\*\* Z. f. angew. chem., 1898., 951. lap.

\* Ber., 31. köt., 2741. lap.

\*\* Z. f. angew. Chem., 1898., 951. lap.



közelednek, a melyben Ostwald szerint az anyagnak már más tulajdonsága van, mint közönséges körülmények között.

A katód szétporlasztásával összefüggésbe hozható *Lenard* és *Wolf*-nak azon tapasztalata, hogy bizonyos fémek, sőt más anyagok is, az elektromos ívfény ultraibolyaszínű sugarainak hatására, rendkívül finoman szétporlanak.

*Haber* és *Bredig* a katód szétporlasztás okát, elsőrendű folyamatban képződött ötvözetek, amalgamok, stb. visszaalakulásában keresi. *Billitzer*\* ezt a felfogást kifogásolja. Néha a meglazult felület elégséges arra, hogy a szétporlasztás jelensége bekövetkezzék.

*Billitzer* fontos tényezőnek tartja a nem állandó ötvözetek képződését, mert ha a fémnek ellenállása meglazul, a szétporlasztást tetemesen elősegíti. De a szétporlasztás okát csakis ebben keresni *Billitzer* szerint, helytelen. Szerinte ez csak tetemesen csökkenti az ellenállást, melyet a szétporlasztó erő legyőz. Ő érdekes felületet ajánl, mert tapasztalta, hogy pl. érdes felületű ólomdrótok, savban könnyen szétporlanak, míg ha a drót jól csiszolt, ez a jelenség elmarad.

*Bredig* ívfénnyel arany, ezüst, platina és cadmium hydrosoljait állította elő. Számos követői közül *Billitzer* a réz-, higany- és ólom-hydrosolokat állította elő, de csak átmenetileg. Legújában azonban *Svedberg*-nek sikerült a kísérleti feltételek helyes megválasztása révén ezeket és még más új kolloid fémeket előállítani.

*Svedberg*\*\* eljárásai a következők:

I. A szétporlasztandó fémeket tekercs alakjában felfüggesztjük az oldóanyagokban. Elektrodát nehezen szétporladó anyagokat pl. vasat vagy alumíniumot használunk; a potenciálkülönbség kö-

rülbelül 110 volt. A fémrészecskének élénk mozgása és intenzív szikrafejlődés közben az óriási felületen szétporlad a felfüggesztett fém.

Megjegyzendő, hogy az áram erőssége mellett igen csekély; közönséges ampère-mérővel alig mérhető. Ezen eljárással sikerült *Svedberg*-nek kolloid ónt, aranyat, ezüstöt és ólmot különböző oldószerben és töménységben előállítani. Eljárása azonban a katód szempontjából kemény fémekkel, pl. alumíniummal, nem ad eredményt.

II. A potenciált növeljük, és hogy az esetleg alkalmazott szerves folyadékok fel ne bomljanak, az áramerősséget szükségképpen alá kell szállítanunk.

Porcellántálba helyezük el a szemcsézett vagy szétvágott drótot, reáöntjük a folyadékot, melybe az elektródokat mártjuk. Ha az áramot zárjuk, heves szikrázás áll elő a drótdarabok között s a folyadék a pár perc alatt előállott sötét fémoltól színes lesz. A szétporlasztás folyamata alatt az egyik elektródot folyton mozgatjuk, hogy a részecskék össze ne csomósodjanak.

Ezen eljárásnál nem kapunk a fémolt mellett durvább fémport, úgy hogy az oldatokat nem kell szűrni, ami a módszernek igen jó oldala, mert ezen fémoltok igen könnyen alvadnak. Így *Svedberg* a következő kolloidokat állította elő.

*Kolloid magnézium.* Abszolút aetherben olajzöld solt ad, mely nagyon könnyen alvad, alvadéka fekete, és híg savakban élénk hidrogénfejlődés közben oldódik.

*Kolloid cink.* Aethylaetherben barna solt ad; meglehetősen állandó; alvadéka fekete.

*Kolloid alumínium.* Csakis a második eljárás szerint képződik.

*Kolloid ón.* Methyalkoholban sötétbarna solt ad. Jobb az első eljárás szerint állítani elő.

\* Ber., 35. köt., 1929. lap.

\*\* Ber., 1905., 3616. lap.

*Kolloid antimon.* Absolut aethylaetheres oldata fekete, úgy szintén olvadéka is.

*Kolloid vas.* Absolut aethylaetheres oldata barnásfekete. Meghetősen állandó, de a legcsekélyebb mennyiségű elektrolit fekete, mágneses tulajdonságú alvadékat választ le.

*Kolloid nikkel.* Absolut aethylaetherben barnásfekete solt ad, a vashydrosolhoz sok tekintetben hasonlít.

*Kolloid réz.* Aethylaetherben fekete átmenetel látszik a kékes-zöldbe.

*Kolloid réz-czinkötözet.* Első módszer szerint, methylalkoholban kakaó-barna solt ad. A kiválasztott alvadék úgy a czink-, mint a rézreakciókat adja.

*Kolloid ezüst.* Az első eljárással, methyl- és aethylalkoholban olajzöld.

*Kolloid arany.* Methyl- és aethylalkoholban, valamint aetherben kékes-ibolya solt ad.

*Kolloid ólom.* Az első eljárás szerint áteső fényben sötét-barna, ráeső fényben pedig kékes-fekete solt ad.

*Kolloid bizmut.* Aethylaetherben barna színű.

\*

A fölemlített kolloid fémek oldataj vékony rétegben teljesen tiszták és átlátszók.

Svedberg-nek igen kedvező kísérleti körülmények között sikerült az alkali-fémek kolloid oldatait is előállítani. Ezek természetesen csak nagyon kevésbé állandók, úgy hogy csak keletkezésük pillanatában figyelhetők meg. Svedberg azonban reméli, hogy ezen kolloidokat mihamarább állandósítani tudja.

A kolloid nátrium ibolya-, míg a kálium kékes ibolya színű, úgy ligroin, ligroin-naphthalinban, mint aethylaetherben. Ismeretes, hogy az alkali-fémek chloridjai-ból különböző eljárásokkal kék módosulatokat állíthatunk elő, pl. ha a kősóra

katódsugarak, vagy Tesla-féle áram hatnak.

Wiedemann azt véli, hogy a kék színeződést az alkali-fémek subchloridjai ( $\text{Na}_2\text{Cl}$ , illetőleg  $\text{K}_2\text{Cl}$ ) okozzák. Más kutatók mint Elster és Geitel viszont azt állítják, hogy a kék alkali-fémchloridok a fémek szilárd kolloid oldatai nátrium- és káliumchloridban. Svedberg is az utóbbi nézetet fogadja el, minthogy az általa előállított nátrium és káliumkolloidok valóban ibolya-, illetve kék színűek. A különböző kolloid fémoldatoknak egymásra való hatását Biltz\* tanulmányozta és a következő eredményekre jutott.

1. Ellentétesen töltött hydrosolok egymást leválasztják a nélkül, hogy elektrolitet kellene elegyíteni az oldathoz.

2. Egyformán töltött hydrosolok egymásra hatástalanok.

3. Hogy ellentétesen töltött kolloidok, egymást teljesen leválasszák, bizonyos meghatározott egyenértékű mennyiségeket kell alkalmazni.

Ha két ellentétesen töltött kolloid változó mennyiségben hat egymásra, bizonyos hatásbeli optimumot állapíthatunk meg, melyet ha bármelyik irányban is átlépünk, leválás egyáltalán nem fog bekövetkezni.

Nagy feltűnést keltett Biltz a kísérleteivel, a melyeket azért végzett, hogy az anorganikus kolloidokat, festő anyagoknak használja fel. Azt tapasztalta, hogy az anorganikus kolloidokat mind az állati szőrök, mind a növényi rostok magukba veszik és a színes kolloidok ez után is megtartják eredeti színüket.

Biltz a többi között a következő érdekes kísérleteket végezte:

a) Közönséges hőfokon, kolloid selen oldatában, 10—20 percig selyemmatringot mozgatott és e közben majdnem az összes selen a selyemre rakódott le. A selymet

\* Centr. B. 1904., 1.

vízzel kimosva, vörössárgának találta; azonban ez a szín nem állandó, a napfényt, a vasalást nem bírja el, mert a selen magasabb hőfokon szürke fémessé módosulatra megy át. Ha a fölmelegítés csak rövid ideig tartott, a vörössárga szín ismét előtűnik.

b) Sikerült neki kolloid aranyat teljesen átvinni a rostokra; a rost ibolyaszínt öltött.

c) A vanadinpentoxid frissen készített, hideg, kolloid oldatában a selyem sárgára festődik; ha az oldatot felforraltuk, mohazöld színű lesz és a selymet is ilyenre festi.

d) Molybdénkék kolloid oldata a selymet szép sötétkékre festi. A pamutot és a gyapjút kevésbé jól festi.

e) Cadmiumsulfid kolloid oldata a rostokat világos sárgára festi.

Biltz a fõlemelteteken kívül kevesebb sikerrel más kolloid fémekkel is kísérletezett s tapasztalatai a következők:

1. A pamut, gyapjú, de különösen a selyemszámos anorganikus kolloidot adszorbeál oldataikból.

2. A kolloid anyagok ezen viselkedése és kémiai természetük között összefüggést megállapítani még nem lehet.

Krafft és Preuner azt az érdekes megfigyelést tették, hogy a szubstantív organikus festőanyagok, különösen pedig a benzidin festékek, vízben mint kolloidok oldódnak fel.

Biltz eljárásait az »Aktiengesellschaft für Anilinfabrikate« tanulmányoztatta és pedig azt törekedett megállapítani, hogy az anorganikus kolloidok festőképessége azonos-e a szubstantív organikus festőanyagokéval? Kitűnt, hogy közöttük lényeges különbség van. Az anorganikus kolloid fürdőekben, a rost és a festőanyag érintkezése korántsem oly benső, mint a rost és az organikus festő oldatok között, minek következménye, hogy az ilyen módon festett rostanyagok sem a

mosást, sem pedig a dörzsölést nem állják ki.

Legérdekesebb azonban az a hasonlóság, a mely az organikus erjesztők és ezen anorganikus fémkolloid oldatok között észlelhető, mert olyan hatásokat tudnak előidézni, a melyeket mindezideig az enzimek kizárólagos sajátosságainak tartottunk.\* Pl. az alkohol oxidációját eczetsavvá a levegő oxigénjének hatására az igen finoman szétosztott platina éppen úgy meggyorsítja, mint a *Mycoderma Aceti* nevű erjesztőgomba.\*\* A kolloid fémek tehát mint katalizátorok szerepelnek. E katalizátorokat »anorganikus erjesztőknek« nevezték el. Legfeltűnőbb a hasonlóság az anorganikus erjesztők és enzimek között, azon reakciókban, melyekben a hidrogénperoxid ( $H_2O_2$ ) is részt vesz. Például az indigókénsav elszíntelenedését  $H_2O_2$  hatására, a ferrosulfát vagy finoman elosztott platina éppen úgy gyorsítja, mint a vér (Schönbein).

Haber és Euler kimutatták, hogy a hidrogénperoxidnak platinások által történő katalizálásához, platinában oldott, abszorbeált, vagy kémiailag kötött oxigénre van szüksége.

Liebermann szerint a kolloid platina-oldatokban aktív oxigén van jelen, mely pl. jódkáliumos keményítő-papírossal kimutatható és eredetre a levegő molekuláris oxigénje lenne.\*\*\*

Hidrogén- és nitrogén-gáz hatására az aktív oxigén mennyisége csökken, bizonyos körülmények között a hidrogénnel, de még inkább a nitrogénnel érintkezett platina-oldatok a hidrogénperoxidtal szemben fokozott aktivitást mutatnak. Ha egyszer a hidrogénperoxid katalizise az aktív oxigén hatására megindult, a reakció magától folyik tovább, a nélkül,

\* Bredig, Über anorganische Fermente.

\*\* Z. f. phys. Chem., 1903., 44. köt., 263. lap.

\*\*\* Ber., 1904. 2. 1519. lap.

hogy más oxigénre, mint a hidrogén-peroxidéra, szükség lenne.

Liebermann a fokozott aktivitást közömbös gázok hatására, a kolloid platina-oldat molekuláris elrendeződésének megváltozásával magyarázza. Lehet, hogy a legfinomabb platinarészecskék száma növekedik, miáltal az aktiv oxigént szolgáltató felület megnagyobbodik és a hidrogénperoxid fokozottabb bomlását idézi elő.

A hidrogén aktiváló hatását Bredig és Fortier is tapasztalta a hidrogénperoxid palladium katalizálásának tanulmányozásakor.\* Kolloid platina-oldat felőzve aktiv oxigénjétől megfosztható, minek következtében aktivitása és katalitese hatása a hidrogénperoxid iránt tetemesen csökken.

A felforralt kolloid platinát még melegen egyforma részekre osztjuk. A részek közül az egyiket levegő- vagy oxigénáramban, a másikat hidrogénáramban, a harmadikat pedig nitrogénáramban hagyjuk kihűlni. A kísérlet eredménye az, hogy azon oldat, mely levegővel vagy oxigénnel érintkezve hűlt ki, egyforma időközökben több hidrogénperoxidot katalizál, mint azon részek, melyek hidrogén- vagy nitrogénáramban hűltek ki.

Bredig és Fortier a palladium katalizáló hatását tanulmányozva azt találták, hogy lúg v. sav, illetőleg hydroxyl vagy hidrogén-ionok jelenléte, a reakció lefolyását nagyon módosítja. Alig savas közegben a palladiumsol, valamint az aranyosol csak igen gyengén hat, kevéssé lúgos közegben e fém-solok hatása rendkívüli módon megnő. Platina-, arany- és palladiumsolból már igen kevés mennyiség elegendő ahhoz, hogy a hidrogénperoxid katalizását elősegítse.

Bredig azt találta, hogy ha keves-

bíti a palladium mennyiségét, a katalitese reakciógyorsaság is csökken.

A fém-solok katalitese hatása rendkívül nagy. Ha 1 grammatom palladium 26 millió literben van elosztva, azaz annyira hígított, hogy 1 g palladiumra körülbelül 260.000.000 gramm víz esik, még mindig hat, saját súlyánál milliószor több hidrogénperoxidra is.

A fém-soloknak\* katalitese hatása, bizonyos anyagok, ú. n. »antikatalizátorok« hatására megbénul, éppen úgy, miként az organikus fermentek hatása is.

A mérgek már rendkívül csekély mennyisége is »megmérgezi« a fém-solokat. Nevezetesen, hogy különösen azon mérgek hatnak bénítólag, a melyek a vérre és a lélekzésre is ártalmasok. Így a hydrogén-cyanid (kéksav), mely rendkívül heves vérmérge, a platinasolt is megbénítja. Ha egy kéksavval mérgezett fémkolloidot hidrogénperoxid hatásának vetünk alá, a platinasol »feléled« és ismét aktiv lesz.

További fém,\*\* illetőleg platinamérgek: a jód, hydrogensulfid, mercurichlorid, hidrogénarsenid, foszfor, arzénessav, hydroxylamin, nitrobenzol, úgyszintén a szénoxidgáz is, mely élettani hatásában a kéksavhoz igen hasonlít.

Bredig és Iheda azt tapasztalták, hogy a szénoxidgáz vizes oldata a platinasolt nem mérgezi, sőt inkább hidrogénperoxiddal szemben, katalitese hatását még növeli. Ők a platina szénoxidmérgezésének okát, a szénoxidgáz adszorpcziójában, illetőleg abszorpcziójában, vagy pedig a platina illetőleg platinaoxidnak, szénoxiddal komplex vegyületté való átalakulásában keresik. Ez nem is lehetetlen, minthogy Lunge és Harbeck szerint:  $PtCl_2(CO)_n$  típusú vegyületei ismeretesek.

\* Z. f. phys. Chem., 1901 és 1903. évf.

\*\* Bredig, Anorganische Fermente.

\* Ber., 1904., I. 803. lap.

A platinasol felüdülése a szénoxid-mérgezés után, a szénoxidnak széndioxiddá való elégésének tulajdonítható.

Brediga platinasol megmérgezésének okát a következőkben keresi:

1. Ahhoz, hogy a hidrogénperoxidot a platina katalizálja, platinában oldott, adszorbeált, vagy chemiaailag kötött oxigén kell. Egyes redukáló szerek, pl. hidrogén-sulfid, szénoxid, foszfor, hydroxylamin stb. hatását úgy magyarázhatjuk, hogy ezek a platinasol oxigénjét elvonják, minek következtében a hidrogénperoxidra többé nem hathat.

2. A platina felülete chemiaailag, vagy mechanikailag beszennyeződik, illetőleg egy más sajátosságú hatástalan réteggel vonódik be.

3. A platina chemiai hatás következtében feloldódik.

4. A platina felületi állapota és ezzel összefüggésben adszorbeálóképessége és katalites hatása azáltal változik meg, hogy a folyadékkal szemben tanúsított potenciálkülönbsége és ezzel felületi feszültsége tetemesen változik, még pedig vagy komplexvegyületek képződése, vagy pedig a katalites anyagoknak a felületről való eltávolítása következtében, pl. az oxigént elűzi a szénoxid. Tapasztalati tény, hogy a mérgezésre nagy hatással

van az »inkubáczió« ideje, vagyis azon idő, a mely alatt a katalizátor a méreggel érintkezik, még mielőtt a hidrogénperoxidot hozzáöntöttük volna.

Bredig szerint a fémeknek (és peroxidoknak) aktiv katalites soljai, az enzimhatások egyszerű mintáiként foghatók fel

a) erős katalites tulajdonságuknál fogva;

b) kolloid, gyakran igen labilis állapotuk miatt, óriási felülettel, a mely gyakran irreverzibilis változásokat szenved;

c) azon sajátosságuk alapján, melynek következtében bizonyos anyagokat chemiaailag lekötni vagy adszorbeálni tudnak.

Finoman elosztott fémek\* a szervezetben, oly élettani hatásokat idéznek elő, a melyek a fém mennyiségével semmiféle arányban nem állanak. Lehetséges, írja Robin, hogy ezen fémkolloidok áldásos szerepre vannak hivatva, hogy mint gyógyszerek hatékony részt vegyenek a fertőző betegségek, különösen pedig a tüdővész leküzdésében.

SEIDL OTTÓ.

\* Chem. Centralbl., 1905. 8. köt. és Revue generale de chimie pure et appl., 1. köt., 18—21. lap.

## Újabb talajelemző eljárások tekintettel a gazda- közönség igényeire.

A talajelemző eljárásokkal és az általuk elérhető célokkal felette sokan foglalkoztak. Ezeknek első rendszeres összefoglalását W o l f E m i l-nek köszönhetjük, a ki már 1867-ben részletesen leírta,\* hogy nézete szerint a talajelemzéseket miként kellene végezni. Szerinte bizonyos műtételeket egyformán kell végezni, hogy az adatok összehasonlíthatók legyenek. Különösen fontos a helyes próbavétel, a talajnak az elemzésekhez alkalmas előkészítése, valamint az, hogy azokat az oldatokat, a melyektől egyes talajalkatrészeket le kell választani, helyesen legyenek előállítva. A próbavétel akkor helyes, ha a próbát nemcsak a talaj felső, hanem az alsó részéből is vesszük, még pedig több helyről. A talajban foglalt növényi tápláló anyagok kioldására a következő oldószereket ajánlja: desztillált vizet, félig szénsavval telített vizet, hideg és meleg tömény kénsavat és sósavat (1:105 f. s.), meleg tömény kénsavat és hidrogénfluoridoldatot. Különben már ő hangsúlyozza, hogy ezek az oldatok sem elegendők arra, hogy a talaj összetételéről tiszta képet alkothassunk. A fentebbieken kívül szükséges még a higroszkópos víz, az összes izzítási veszteség, a hümusz, továbbá a talajban foglalt szerves vegyületek nitrogénjének, az ammoniának és salétromsavnak jelen-

létéről is meggyőződni és azok mennyiségét meghatározni. Végre arra hívja fel a mezőgazdasági chemikusok figyelmét, hogy az elemzési adatokat áttekinthető módon állítsák össze.

Kétségtelen, hogy W o l f f eljárása szerint a talaj abszolút gazdagságáról, valamint az elemi alkatrészek minőségéről képet alkothatunk, sőt az egyes adatokból következtetéseket is vonhatunk le. Így pl., ha vízben vagy szénsavas vízben sok oldható alkatrészt találunk, legtöbb esetben azt mondhatjuk, hogy termékeny vagy legalább is jól trágyázott talajjal van dolgunk; míg a sósavas oldat a talaj természetes termőképességéről, illetőleg elmállott állapotáról tájékoztat. De minthogy W o l f f eljárása sok időt igényel, azután meg a táplálóanyagok természetéről és azoknak a tenyésztés ideje alatt a növények által fölvelt mennyiségéről felvilágosítást nem ad, azért a gazdára, ha talajának termőképességét akarja kipuhatolni, kiváló fontosságú nem lehet. Mindazáltal tudományos értékét még sem szabad becsmérelni.

H e l l r i e g e l, a német mezőgazdasági vegyészek által Hohenheimban tartott hatodik vándorgyűlésen\* kiemelte, hogy eddigelé a talajelemzéseknél használt oldószerek megválasztásában nagyon önkényes volt az eljárás és mivel különben is nagyon nehéz alkalmas oldószereket

\* Anleit. z. Chem. Untersuchung landwirtschaftl. Stoffe, 1867.

\* Versuchsstation, IX. köt., 136. lap.

találni, azért más módot kell keresni, ha a talaj és a növényzet között levő összefüggést tisztán akarjuk látni. Ez az új mód szerinte abban állana, hogy nemcsak a talajt, hanem a rajta tenyészített növényt is meg kellene elemezni úgy, hogy az utóbbi összetételéből az előbbire is lehetne következtetni. Állításának igazolására számos növényelemzési eredményt említ, melyek Liebig minimális elméletét megerősítik ugyan, de azokból a talaj-chemiai összetételére következtetni föltötte nehéz. Szerinte, ha a talajnak nagy termőképessége van, és ha a termés káliumban és hamutartalomban gazdag, akkor azt következtethetjük, hogy olyan talajjal van dolgunk, a mely könnyen fölvehető anyagokban, különösen káliumban gazdag. Azonban a növény által fölvelt kisebb, vagy nagyobb káliummennyiségből nem mindig következtethetünk az oldható kálium kisebb vagy nagyobb mennyiségére, mert itt még egyéb másodlagos körülmények is szerepelnek, melyektől a kálium fölvétele függ. Így pl. ha két talaj egyenlő mennyiségű káliumot tartalmaz is, de ha az egyikben több a gipsz, minthogy a gipsz a kálium fölvételt fokozza, a növény a gipszben gazdag talajból több káliumot von el, mint abból, a mely gipszben szegényebb. Ezen és hasonló tények Hellriegel következtetéseit kétes értékűvé teszik. Különben, ha Hellriegel módszere egészen helyes eredményekre vezetne is, a talajelemzések feladatát csak részben oldaná meg. Mert a talajban levő nehezen oldható anyagok mennyiségének ismerete föltötte fontos és ezekről Hellriegel eljárása semmiképpen sem világosít fel.

Hellriegel eljárásától több tekintetben eltér Heinrich R. eljárása. Ugyanis Heinrich a növény chemiai elemzéséből következtet a talaj termékenységére. Föltételezi, hogy a növények a táplálóanyagból bizonyos minimumot

kívánnak, hogy kellőleg tenyészhessenek. Ha tehát tudjuk azt, hogy valamely növény, pl. zab fejlődésére mennyi nitrogén, foszforsav és kálium szükséges: akkor a zab gyökerének elemzéséből következtethetünk a talajban levő táplálóanyag készletére. S mennél jobban eltér az a minimumtól, annál több fölvehető táplálóanyag van a talajban. Tehát a talaj termőképességéről így sem szerezhetünk felvilágosítást. Egyébként a mesterséges trágyafélék megválasztásának sincs fontossága, mert ha pl. azt tapasztaljuk, hogy a termett zabban a nitrogén megközelíti a minimumot, akkor még csak azt tudjuk, hogy zab alá a talajt nitrogénnel kellett volna trágyázni, vagyis eső után köpenyeg.\*

Mikor fölismerték a növénygyökerek azon tulajdonságát, hogy a fel nem oldott talajalkatrészekből oldatokat készítenek, különféle savakat alkalmaztak annak kipuhatolására, hogy a talaj milyen gazdag a növények által fölvehető alkatrészekben. Ezen célra hígított és tömény sósavat, kénsavat, eczetsavat stb. használtak, melyek föltevésük szerint, egészen úgy hatnak, mint a növény gyökérzete.

Birner\*\* 1869-ben a Halle-ban gyűlésező mezőgazdasági vegyészeknek azt ajánlotta, hogy talajelemzések alkalmával, mint legalkalmasabb oldószert, az eczetsavat használják. Igaz ugyan, hogy nagyon fontos volna ilyen folyadékot találni, azonban ez mai napig sem sikerült s nem valószínű, hogy sikerülni fog, mert egészen más arányban oldódik fel az egyes talajalkatrészek, ha valamelyes sav aránylag rövid ideig oldja a talajt, mint akkor, ha a növény gyökérzete az egész tenyészeti idő alatt folytonosan hat a talajalkatrészekre s így hatása, habár egyszerre csekély, az egész tenyé-

\* Cserhádi és Kosutány, A trágyázás alapelvei, 1889., 115. lap.

\*\* Versuchsstation, 1870., 8. lap.



szeti idő alatt mégis tetemessé válik. De az egyes növényeknél talált eredmények is különbözők lesznek; egyik növényfaj gyökérzete többet, a másik kevesebbet old fel; sőt ugyanazon növényfaj egyes példányainak gyökérzete is különböző hatást fejthet ki. Azt sem szabad elfelejtenünk, hogy a talaj alkatrészei sem egyenlő mértékben szívhatók fel. A gránit nagyobb mennyiségű káliumát a növények rendszeren kisebb mennyiségben vehetik fel, mint a bazalt sokkal kevesebb káliumát, mert a bazalt mésztartalma elősegíti, hogy a kálium nagyobb mértékben oldódjék fel. A kálium feloldását a gipsz vagy a humusz is elősegíti. Általában, hogy a talaj alkatrészei könnyebben vagy nehezebben oldódjanak, sok körülménytől függ, s ezek a körülmények a sósav-, kénsav- vagy ecetsavval végzett oldással nem deríthetők ki.

Schütze 1868-ban azt a nézetét közölte, hogy ha valamely növény táplálóanyagmennyiségét pontosan ismerjük, akkor elegendő alapunk van a talaj értékét megállapítani. Schütze úgy vélte, hogy ezt a különféle talajokban levő foszforsav mennyiségének összehasonlítása útján érheti el. De mint már előbb láttuk, abból, hogy ha valamely talajban bizonyos táplálóanyag nagyobb mennyiségben van jelen, a talaj termékenysége még nem szükségképpen következik.

Nem csodálkozhatunk tehát, ha ily sikertelen törekvések után Mayer Adolf a talaj kémiai elemzésének értékét mérlegelve, a következő szavakra fakadt: \* Mai nap a talaj kémiai elemzése csak másodlagos kérdések megoldására, de sohasem a talaj termőképességének meghatározására szolgál. Azaz: ha azt akarjuk megtudni, hogy a talajból nem hiányzik-e egyik-másik, növénytáplálásra alkalmas

alkatrész? vajon nincsenek-e benne a növényzetekáros vegyületek? vagy hasonló másodrendű kérdések vetődnek fel: akkor a kémiai elemzés adhat fölvilágosítást; de csakis ezek azok a kérdések, a melyekre a kémiai elemzéstől feleletet várhatunk.

Így állottak a dolgok 1871-ben. Első pillanatra valóban vigasztalan állapot. De habár az eddig felsorolt eljárások a talaj kémiai elemzésében nem is vezettek a kívánt sikerre, a rájuk fordított idő sem veszett kárba, sőt sok fontos körülmény ismeretét éppen ezen kísérleteknek köszönjük. Egyébként tudjuk, hogy minden ismeretnek megvan a maga történelmi fejlődése. Ennélfogva nem marad más hátra, mint új és czélszerűbb eljárás után kell törekedni, mert azért, hogy a régebbiek a czélt nem közelítették meg, még nem mondhatjuk, hogy egyáltalában lehetetlenség oly eljárást kieszelni, a mely közvetlen gyakorlati czélt is szolgálna. S ha nem csalódunk, a biztos alapkő, a melyre építhetünk, már le is van téve. Nevezetesen Knopp W. egészen új szempontokat tett közzé a talaj kémiai elemzéséről, melyek, habár még most nem részesülnek is a kellő figyelemben, mégis talán későbbben szerfölött fontosak lesznek a gazdára nézve.

Knopp a talaj kémiai elemzését az összes talajvizsgálatok egyik részének tekinti, s kiemeli, hogy a talaj értékének megállapításánál nemcsak a vegyi, hanem a fizikai és mechanikai tulajdonságokat is figyelembe kell venni. Knopp különösen nagy gondot fordít a váz- és a finom földrészeknek pontos elválasztására és csakis az utóbbit elemezi.\* Továbbá Knopp nem a talaj pillanatnyi trágyaállományát, hanem a talajban foglalt termékenységi föltételeket, vagyis a

\* Lehrbuch der Agriculturchemie, 1871., II. köt., 77. lap.

\* Knopp, Bonitierung der Ackererde, 1871., 58. lap.

természetes talajtermékenységet akarja meghatározni. Egyébként idézem elemzéseire vonatkozólag saját szavait: Ezekről az elemzésekről azonban nem azt várjuk, hogy azok eredményei lajstromba foglalva, az összes elemi alkatrészeket sorrendben feltüntessék. Sőt inkább azt követeljük, hogy a finom föld elemzése azon határozott kérdésre adjon feleletet, vajjon a kovásva és a szilikátok, a kalcium szénsavas sója és a timföld, valamint egyes különös esetekben a kalcium kénsavas sója, a gipsz vagy anhidrit; és ha esetleg sós talajjal van dolgunk, mint ártalmas alkatrészek még a chloridok is, valamint a víz és a hümusz mennyiben vesznek részt a finom talaj keverékében? S ha a Knopp és a tanítványai által végzett elemzések eredményét közelebbről szemügyre vesz-

szük, akkor beláthatjuk, hogy a talajok termőképessége és a talajelemzési eredmények között valóban van összefüggés. De különösen világosan mutatkozik ez, ha a talajban előforduló és föltárható kovásva vegyületeket méltatjuk figyelmünkre. Természetesen mennél gazdagabb valamely talaj zeolitot tartalmazó vegyületekben, annál könnyebben ad át bizonyos könnyen oldható testeket a növényeknek és annál erősebben köti le a trágyázás által adott anyagokat. Ezekből következik, hogy Knopp eljárása nagy mértékben alkalmas azon kívánalmakat kielégíteni, a melyek általában a talajelemző eljárásoktól jogosan elvárhatók. S ha a módszer tökéletesedik, a talajelemzésnél és talajosztályozásnál nagy hasznát láthatjuk.

GÁSPÁR KÁROLY.

## A fák növekedéséről.

Az élő szervezetek működésének mibenléte mind ez ideig a legelrejtettebb problémák egyike volt, s bizonyára a szervezeteknek nagyon sok folyamata igen sokáig, sőt egy részük talán örökre, az is marad. Mindazonáltal a tudomány eddig elért eredményei azzal kecsegtetnek, hogy sikerül majd ezen bonyolódott folyamatokból legalább a főbb irányelveket és a legfontosabb szereplő tényezőket úgy meghatározni, hogy azok hatásának megismerése után, a folyamatok mikéntjébe, mai ismereteinknél határozottabban és világosabban pillanthatunk be. Ez alapon továbbhaladva azután a mindinkább kisebb és kisebb mértékben ható tényezőket fokról fokra olyannyira megismerhetjük, hogy az életfolyamatokról ma még rendkívül bonyolult fogalmaink lassanként átalakulnak és a velők foglalkozó tudomány, a biológia, az exakt tudományokhoz lesz hasonlóvá, hol a szereplő tényezők, és azok méreteinek egymáshoz való viszó-

nyában, a matematikai, mechanikai és fizikai felfogás alapelvei viszik a legfontosabb szerepet.

Ilyen rendkívül bonyolult problémának tűnik fel nemcsak a laikus, de a szakemberek előtt is a magasabb rendű növényeknek, főleg a fának növekedési törvénye, melynek megállapítása az első pillanatra szinte megoldhatatlan feladatnak látszik.

Én évek óta foglalkoztam az alsóbbrendű növények és a fák növekedésének tanulmányozásával; az erre vonatkozó vizsgálatokból csupán a fák térfogati növekedésére vonatkozó eredményeket közöltem.\* Ez utóbbiak eszmemenetét és lényegét óhajtom ez alkalommal röviden ismertetni.

\* Loi de l'accroissement en volume dans arbres. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences Paris, 123. köt.; Erdészeti Lapok, XLV. köt., 1906., 459—468. lap.

A kutatás módszere, melylyel a fák térfogati növekedésének törvényét megállapítottam, matematikai és fizikai gondolkodásból alakult ki. A pontos méréseken alapuló törvényszerűséget matematikai egyenlet alakjában fejeztem ki, melyet szavakban következőképpen foglalhatok össze: A fa törzsének, (vagy valamely ágának) térfogati növekedése, egyforma biológiai viszonyokat feltételezve, azon idő köbével arányos, mely alatt a növekedés végbement.

Hogy az eredmény megállapításánál folytatott gondolatmenetbe rövid betekintést nyújthassak, talán nem lesz érdektelen röviden a következő vázlatot adnom:

Gondolkodásmódom irányítása és bizonyító adatnyerés céljából tanulmányom anyagául egy akáczfateleptésből származó, típusos növekedésű fát választottam ki, melynek fejlődéséről, ültetésétől (1890) kezdve, az összes fontosabb biológiai följegyzések megvoltak. Ezt a fát gyökerestül kiásattam és belőle a földtől kezdve minden méter magasságban korongokat készítettem. Ezek a metszetek szolgáltak a fa vastagsági növekedésének megállapítására, oly módon, hogy az egyes metszetekhez tartozó korongok évgűrűinek területét, alkalmas készülékkel, ú. n. planiméterrel meghatároztam, és az így meghatározott évgűrűterületekből, az egyes évekhez tartozó sugármenti növekedés középértékét kiszámítottam. Ezek az adatok a fa vastagodásának évi menetére nyújtottak felvilágosítást.

A fa hosszanti irányú növekedését igen egyszerűen olyképpen állapítottam meg, hogy a fát hosszában ketté fűrészelttem és az egyes években nőtt részeknek távolságát a törzs tövétől igen pontosan lemértem; a nyert adatok a hosszanti növekedésre vonatkozó szabályokat tükröztették vissza.

A vastagodásra és a hosszanti növekedésre vonatkozólag így megállapított adatokból képletek segítségével pontosan kiszámíthattam a fa évről évre való növekedését. Ennek kiszámítása után úgy gondolkodtam, hogy az egyes évek végéig fejlődött fatömegek térfogata és azon idő között, mely alatt a fa fejlődött bizonyos törvényszerű összefüggésnek kell lenni. Ennek kipuhatólása céljából a fejlődés kezdetétől lefolyt évek számát és az egyes évek végéig keletkezett térfogatmennyiségeket összehasonlítottam s ez alkalommal olyan összefüggést kaptam, hogy az egymásután következő 1, 2, 3, 4, . . . , 15 lefolyt év alatt keletkezett famennyiségek térfogata úgy aránylik az évek számához, mint 1, 8, 27, 64, . . . 3375, vagyis, mint az egyes évszámok köbei. Valóban, ha ezeket az egyes évszámokat (1, 2, 3, 4, . . . 5) köbre emeljük, csakugyan a szóban forgó értékeket ( $1^3=1$ ,  $2^3=8$ ,  $3^3=27$ ,  $4^3=64$ , . . .  $15^3=3375$ ) kapjuk. Meg kell ugyan azonnal jegyeznünk, hogy az itt vázolt összefüggés nem jelenkezik teljesen ilyen tiszta alakban.

Az eltérést az ú. n. *arányossági tényező* okozza, mely a növény biológiai viszonyaiból következik. Ez az arányossági tényező természetesen nem állandóan egyforma, hanem változik az egyes egyedek és az egyes évek szerint azon oknál fogva, mert a különféle fák egyéni tulajdonsága sem egyforma; még ugyanazon fa élettani viszonyai is változnak az időjárás, a talaj és más egyéb tényezők szerint, valamint a növény kora is hatással van reá. Az arányossági tényező azonban ugyanazon egyednél, a folyó idő köbének óriási változásához képest nagyon kicsit módosul, tiszta jeléül annak, hogy itt csakugyan az idő köbe viszi a legfontosabb szerepet.

A fogalmak tisztább megértése kedvéért, a kutatás végeredményeként megállapított táblázatból csupán négy (1., 5.,

10. és 15-ik) évre vonatkozó adatok közlésére szorítkozom. Az első oszlopban vannak a fa növekedésének évei; a másodikban a fa kora az ültetésétől számítva; a harmadikban a fa növekedésének mérésbeli adatai; végül a negyedikben a növény biológiai viszonyait kifejező szám.

A fa növekedésének folyó éve	A fa években életkora	A fa térfogata cm <sup>3</sup> -ekben	A biológiai viszonyokat kifejező arányossági tényező
1890	1	12·894	12·89400
1894	5	1863·381	14·90705
1899	10	23083·449	23·08344
1904	15	82399·342	24·41462

A fent kimondott törvény értelmében a táblázat adatai olyan összefüggésben vannak, hogy ha a fa életkorának köbét megszorozzuk a biológiai viszonyokat kifejező arányossági tényezővel, akkor a kérdéses fatörzs valóságos térfogatát kapjuk; tanulmányom tehát a fák növekedésénél azt az eddig teljesen ismeretlen összefüggést állapítja meg, mely a folyó idő és a növekedő fák térfogati nagyságának között van. E szerint a törzs vagy a fának bármely ága arányosan nagyobbik azon idő köbével, mely idő alatt a növekedés végbemegy, és ezen növekedés arányossági tényezőjeként a növény egyéni tulajdonságai és a növény életére hatást gyakorló biológiai tényezők szerepelnek.

A fák törzsén, vagy valamely ágán azonban ezt a növekedésbeli szabályosságot egyszerű megfigyelésekkel természetesen nem lehet fölfedezni. mert a biológiai viszonyok folytonos változása annyira zavarja a növekedés szabályszerű menetét, hogy ez a szabályosság többé-kevésbé elmosódik, noha a törvényszerűség a fatörzsrészek másod-

lagos vastagodása folyamán állandóan megvan.

Hogy ezt a törvényt magát és használhatóságát jobban megvilágítsam, példaképpen egy másik, ismert természeti törvényre hivatkozom, melyet a szabadon eső testre vonatkozólag jól ismerünk, s melyet olyan formán szokás kifejezni, hogy: »a szabadon eső test által megtett út arányos azon idő négyzetével, mely alatt az esés végbement«. Ennek a törvénynek a helyessége csak légüres térben bizonyítható közvetlenül, hol a levegő vagy más közeg ellenállása nem akadályozza a testet esésében, míg a szabad természetben csak akkor lesz érvényes, ha a közegek ellenállását, a surlódást stb. is figyelembe vesszük, mely kiegészítés után a törvény a gyakorlatban kitűnően használható és valóban igen sokoldalú használatnak örvend.

Így kell értékelnünk a fák térfogati növekedésére vonatkozó törvényt is, melynél éppen azok a különféle közegek, melyek a növény életviszonyait megalkotják, különféle fokú ellenállást gyakorolnak a növekedéssel szemben, s mivel ezek a hatások egyelőre ismeretlenek, azért velük ma még számolni nem tudunk, noha magának a törvénynek helyességét logikailag és matematikailag feltétlen biztossággal igazolhatjuk.

Ezek után tisztán állhat mindenki előtt, hogyha a biológiai tényezők ismeretesebbek lesznek, és azok változási menetébe is bepillantunk, akkor a növények térfogati növekedése bármilyen viszonyok között mechanikai úton, matematikai pontossággal megállapítható és bármely növényre nézve előre kiszámítható, hogy az adott biológiai tényezőket, a talaj és éghajlatbeli viszonyokat hogyan tudja értékesíteni. Ezen ismeretek után azután majd ki lehet számítani, hogy bizonyos adott talaj és éghajlatbeli viszonyok mellett melyik növényfajta vagy

változat lesz az, mely a rendelkezésre álló viszonyokat a legjobban tudja kihasználni, s hogyan kell a növényt növekedési ideje alatt ápolni, hogy az adott fizikai és kémiai viszonyokat a lehető legnagyobb mértékben értékesítse, vagyis hogy a célnak megfelelően a legjobban fejlődjék.

Igaz, hogy ez a feladat igen nagy és a probléma rendkívül bonyolódott, mert számításba kell venni a növény életében szereplő összes biológiai tényezőket, miért annak pontos megoldásától ma még igen messze vagyunk; megvan azonban annak minden valószínűsége, hogy a fontosabb tényezők létrehozta változások hatásainak összefüggését viszonylag rövid idő alatt úgy megoldhassuk, hogy a számításokat megközelítő pontossággal hajthassuk végre. Ha csupán csak ez sikerül, a gyakorlati növénytermelésre ez is elsőrendű fontosságú eredmény lesz, mert a mai tapogatózó növénytermelési tudó-

mányokat szilárd alapra állítja, s a további tudományos és gyakorlati kutatásokat megkönnyíti.

Mindezek a kísérletek és számítások, melyeket a fentebbiekben ismertettem, a fának csak a törzsére vagy egy-egy ágára vonatkoznak, de könnyen belátható, hogy a megállapított törvényszerűségek az egész fára is érvényesek, mert mint a megfigyelések mutatják, jogunkban áll az egész fát egymáson keletkezett törzsekből álló rendszernek tekinteni, melyeknek mindegyikére érvényes az itt vázolt törvényszerűség, csak a számításba be kell vezetni a fa elágazódási menetét kifejező törvényszerűséget. Az elágazódás ezen törvényszerűsége pedig matematikai, biológiai és anatómiai ismeretek segítségével viszonylag könnyen beilleszthető a tanulmány további menetébe, s akkor az egész fára vonatkozó gyakorlati számításokat is könnyen elvégezhetjük.

DR. KÖVESSI FERENCZ.

## Az eruptív kőzetek képződéséről.

Földünk szilárd kérgét kőzetek alkotják. E kőzetek eredetükre nézve kétfélék: kitörésbeliek (eruptívek) és üledékesek (sedimentek). Az eruptív kőzetek törmelékéből, málladékából és kilúgozási termékeiből a jég, a víz és a levegő segítségével épülnek fel az üledékes kőzetek. Ezek tehát végeredményben az eruptív kőzeteknek köszönik eredetüket. Képződésüket szemmel láthatólag ma is tapasztalhatjuk.

Merőben eltérnek az eruptív kőzetek keletkezési viszonyai. Ezek a Föld belsejéből izzó tűzfolyós állapotban törtek elő. E tűzfolyós tömeget a geológia magmának nevezi. A magma nem egyszerű tűzfolyós olvadék, hanem inkább tűzfolyós oldat. Az összes eruptív kőzetek szilikátok, azaz kovasavas vegyületek. A

Föld mélyéből előtörő magmában e szilikátokon kívül még más vegyületek is vannak, főképp vízgőz (természetesen kritikus állapotban), bór-, fluor- és chlórvegyületek. Röviden összefoglalva ezeket a vegyületeket mineralizátoroknak vagy még helyesebben kristallizátoroknak nevezzük. Ezek a kristályosodást nagy mértékben elősegítik; a magmát híg folyóssá teszik, a reakciósebességet növelik, szóval hatásuk katalitikus.

A Föld mélyéből feltörő magma a szilárd kéreg meglévő üregeibe tódulhat be, illetőleg ott helyet csinálhat önmagának. E folyamatot tudományosan intrusio-nak nevezzük. A szilárd kéregben a magma lassan hűl le; a hővezetés csekély, mert a kéreg maga itt már át van hevítve. A magma köröskörül be van zárva, roppant

nyomás alatt van, a felette fekvő földrétegek súlyát kell viselnie, s kristallizátorokat, melyek mind illó vegyületek, lassan vesztí el. Az összes fizikai körülmények ekkor a kristályosodásra felette kedvezők. A magma mint kristályosodott ásványok mozaikja mered meg, ezért a kész kőzet szerkezete szemecskés lesz. A szilárd kéreg belsejében ilyen módon képződött kőzeteket szemecskés, intruzív kőzeteknek nevezzük. Tipusuk például a gránit, a mely kristályos kvarcz, földpát és csillámszemecskék összegéből áll.

A kész intruzív, szemecskés kőzet ekkor még el van rejtve szemünk elől. A szilárd kéregben nagy elmozdulásokra, gyűrődésekre van szükség, hogy a kőzet felszínre, szemünk elé jusson, vagy pedig a légbelieknek kell lemosni hosszú idő folyamán a rajtuk nyugvó üledékes kőzetet.

Máskor azonban a tűzfolyós magma egy hasadékon közvetlen a Föld felszínére tódul. E folyamat a kiömlés, az effusio. Egyes kristályok képződnek a magmában már a feltódulás közben is. Midőn a magma a Föld felszínére jut, hirtelen megváltoznak a fizikai körülmények. A reá nehezedő nagy nyomás megszűnik; a kristallizátorok hirtelen elillannak; a hőmérséklet hirtelen csökken. Mindezen körülmények nem kedvezők a kristályosodásra. A még ki nem kristályosodott magma — melyet most már lávának nevezünk — tömötten vagy üvegesen fog megmerevedni. A kész kőzet tömött alanyagból és abba beágyazott kristályokból fog állni. E szerkezetet porfirosnak, a kőzetet pedig porfiros effuzív kőzetnek nevezzük. Tipusa a porfir. Képződésük a mai napon is szemünk láttára folyik le; összes vulkánjaink ilyen kőzeteket szolgáltatnak.

Az eruptív kőzetek szemecskés, vagy porfiros szerkezete könnyen megmagyarázható a kristályosodási feltételek ingadozása által.

Nem olyan egyszerű a felelet arra, hogy honnan származik az eruptív kőzetek chemiai összetételében és ennek folytán ásványos összetételükben is a nagy különbség. Az eruptív kőzetek főtömegét a kovasavnak a káliummal, nátriummal, kalciummal, magnéziummal, vassal és alumíniummal képezett vegyületei alkotják. Mélyen bent a Föld belsejében a magmát pedig egynemű tömegnek kell tartanunk. Honnan származik már most a kész kőzetek chemiai összetételében a nagy különbség? Vannak olyan eruptív kőzetek, például a gránit, melyek 70—74% kovasavat ( $\text{SiO}_2$ ) és viszonylag sok alkáliát tartalmaznak; ezeket a geológia savanyú kőzeteknek nevezi. Más eruptív kőzetek alig 30—40% kovasavat és egyidejűleg sok kalciumot, magnéziumot és vasat tartalmaznak, szóval bázisosak. A két véglet között a fokozatos átmenetet a közömbös vagy intermedier kőzetek képviselik.

Az eruptív kőzetek változó, de törvényszabta összetételét tudományos alapon először *Bunsen* akarta megmagyarázni. Ő Islandnak főképpen bazaltos kőzeteit vizsgálva, arra az eredményre jutott, hogy Island összes kőzeteinek eredete könnyen megmagyarázható, ha feltételezzük, hogy két magma keveredéséből állottak elő. Az egyik magma eredetileg savanyú s ezt *Bunsen* a trachit-kőzet nevére, normális trachitos magmának nevezte, mert bizonyos trachitokban eredeti, még nem keveredett állapotában vélte felismerni. A másik, a bázisos-, úgynevezett normál-piroxénés magma, melyet következetesebben normál-bazaltosnak kellene nevezni; eredeti állapotában bizonyos bazaltokban van képviselve. *Bunsen* szerint Island szigetén a Föld szilárd kérgé alatt két magmatűzhely lenne, az egyik normálpiroxénés, a másik normáltrachitos magmával telve. Erupeziók alkalmával e

két magma keveredhetik egymással. A megvizsgált islandi kőzeteket a két magma keveredésének feltételezésével mind könnyen, ellenmondás nélkül tudta megmagyarázni.

Más vidéken eszközölt vizsgálatok csakhamar ellenmondtak *Bunsen* elméletének. Követői azzal igyekeztek segíteni, hogy nemcsak két, hanem három és több magmatűzhelyt tételeztek fel; az esetek nagy részében azonban ez sem volt elégséges a magyarázatra.

*Bunsen* után nemsokára más, új elmélet kezdett mindinkább tért hódítani, melyet ma a geológia teljesen elfogad. Ez az elkülönülési (differenciálódási) vagy hasadási elmélet, a melyet számos tény igazol. Ez elmélet legerősebb támaszát a fizikai chemiában leli és éppen ezért a fiziko-chemiai kísérletek még sok homályos kérdésre vannak hivatva világosságot vetni.

A differenciálódási elmélet értelmében csak egyetlen egynemű ősmagma van. Ezen ősmagma a különböző fizikai tényezők hatása alatt eltérő chemiai összetételű részmagmákra válik szét.

*Sartorius von Waltershausen* volt az első, a ki a fajsúly szerinti differenciálódást lehetségesnek és létezőnek is tartotta. Ez azonban felfogása szerint a differenciálódásnak csak egyik formája lenne. Midőn a magmában megkezdődik a kristályosodott ásványok kiképződése, akkor mindjárt megkezdődik a fajsúly szerinti differenciálódás is. A kikristályosodott könnyű elegyrészek, főképpen alkalialuminium-szilikátok (például földpátok) a magmában fölemelkednek, mert fajsúlyuk kisebb a magmáénál; anehezebbek, főképpen az érczek (például mágnesvas) és vasmagnézium-szilikátok pedig lesüllyednek. Az egynemű magma teljesen különmemű lesz; fenn savanyú és lent bázisos.

A differenciálódásnál sokkal fontosabb szerepet visz a hőmérséklet és vele kapcsolatban az ozmózisnyomás, a diffúzió és a disszociáció. A hőmérséklet szerepére *Soret* vizsgálatai vetettek legelőször világot. Ő függőleges csövet sóoldattal töltött meg, s a cső felső végét állandóan 80°, alsó végét 20° hőmérsékleten tartotta. A só a cső hidegebb részén koncentráltódott; V a n't Hoff törvénye értelmében a meleg részen nagyobb az ozmózisnyomás, a só a hideg részek felé diffundál. Kevert oldatban, s ilyen a magma is, a nehezebben oldható részek diffundálnak legelőször a hideg felé; a nehezebben oldható részek azonban előbb kristályosodnak ki. Az elkülönülés tehát párvonalosan halad a kristályosodással.

Az elkülönítést megelőzheti még a liquatio. A liquatio tünete már régóta ismeretes az ötvözeteknél. Ez abban áll, hogyha a magma már az anyag olvadáspontja fölött telítve van, akkor kristályosodás nem állhat be, hanem két, egymásban kölcsönösen nem oldható olvadék keletkezik; ezek diffúzió útján különválnak és egymásután megmerevednek. A liquatio-val egyidejűleg szerepelnek: az ozmózisnyomás, az ionokra való disszociáció, az elektromos és mágneses áramok. Mindezek szerepéről még sok a tisztázni való.

A liquatio folytán így az ősmagmából részmagmák képződnek; a részmagmákban a kristályosodási vagy fajsúly szerinti differenciálódás következtében újabb elkülönülések történhetnek.

A differenciálódás tehát már a Föld mélyében áll be; ez a magmatikus vagy abyssikus hasadás. Ezt a folyamatot nem láthatjuk, de okvetlenül fel kell tételeznünk. Differenciálódás áll be azonban a Föld szilárd kérgében lehülő intruzív tömegekben is; ez a kristályosodási differenciálódás, melynek eredményei néha



már a kőzet kézi példányán észlelhetők. Effuzív tömegben nem ismerjük a differenciálódásnak ilyen formáit.

A magmatikus szétválással magyarázható meg a petrográfiai provinciák eredete is. Nagyobb területeken, úgynevezett petrográfiai provinciákon belül, a kőzetek kitörésbeli sorrendjében bizonyos szabályosság ismerhető fel és kémiai összetételükben bizonyos rokonság tapasztalható. Az elkülönülési elmélet értelmében egy közös magmafészekből szétválás és diffúzió folytán a savanyúbb és bázisosabb kőzetek bizonyos sorrendben törnek ki; kémiai összetételükben pedig mindannyian egy vagy több közös vonást őriznek meg.

Lássunk néhány esetet, melyet a geológia a differenciálódással magyaráz meg.

A lakkolithok kőzetének fokozatos, szabályszerű változása a kristályosodási differenciálódással értelmezhető. A lakkolithok hatalmas, kenyéralakú kőzettömegek, melyek mintegy kocsánynyal függnek még össze a Föld belsejével. Alakjuk képződésükre vezethető vissza; a csatornán feltóduló magma önmagának csinált helyet, fölemelve a fölötte nyugvó kőzetrétegeket. A lassú kihülés alkalmával, a nagy nyomás alatt, *Soret* észlelésével megegyezően, a kevésbé oldható részek a kerület felé diffundálnak, mert ott történik a hőelvezetés. E részek kristályosodnak ki legelőször. Az erozió hosszú idő folyamán szabaddá teszi a lakkolithot, lehordva az őt fedő rétegeket. Ekkor megállapíthatjuk, hogy a külső részekben az érczek és vas-magnézium-silikátok, szóval a bázisos alkotórészek halmozódtak fel, benn ellenben a savanyúak, a kvarcz és a földpátok. Német- és

Franciaország határán a Ballon d'Alsace közepe 70% kavasavat ( $\text{SiO}_2$ ) tartalmaz, a periferiás részekben már csak 50%-ot.

Ugyancsak differenciálódás, még pedig liquatio eredményei sok esetben az ércztelések is. Igen bázisos kőzeteknél liquatio folytán a legnehezebben oldható részek különválnak és megmerevedve ércztelepeket — főképpen vas- és nikkel-telepeket — alkotnak. Erre Skandináviában találunk számos példát.

A differenciálódásra vezethető viszsza sok esetben a kötések sorrendje is. A magmafészekben a kihülés főképpen fenn, a külvilág felé eső oldalon történik. Ennek folytán ide diffundálnak a bázisos alkatrészek és itt felhalmozódnak. Ha a magma utat tör magának a felszínre, akkor legelőször a bázisos részeknek, utánuk a mindinkább savanyúaknak kell ürülniök. Meglehet azonban, hogy már a magmafészekben a fajsúly szerint is történt egyidejűleg differenciálódás. A bázisos részek a kihülési differenciálódás folytán a periferiás részek felé diffundáltak, de később nagyobb fajsúlyuk miatt a magmafészek fenekére süllyedtek. Ha a magma most a felszínre tör, akkora még le nem süllyedt bázisos magma lesz az első, utána a savanyúbb, végre a lesüllyedt bázisos magma következik.

Ha meggondoljuk, hogy hány tényezőtől függ az eruptív kőzet szerkezete és kémiai összetétele, akkor könnyen beláthatjuk, hogy mind a szerkezet, mind a kémiai összetétel tekintetében végtelen nagy változatosságnak kell e téren uralkodnia, úgy hogy sok esetben az előidéző tényezők és a létrejött tények között igen nehéz megtalálni az okozati összefüggést.

DR. MAURITZ BÉLA.

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

**Aranytermelés cyánkáliummal.** A régibb amalgamos eljárásokon kívül az aranyérczek feldolgozására két, extraháláson alapuló eljárást ismerünk, melyek a gyakorlati alkalmazás tűzpróbáját már kiállottak. Ezek közül a régibb Plattner-tól származik. Az eljárás menete röviden a következő: Az aranyat tartalmazó érczet finoman szétzúzzák, majd gondosan pörkölik, hogy az oxidálható fémeket fémoxidokká alakítsák. Ezeket az oxidokat chlorgáz nem támadja meg. Az arany, mely a pörkölés után is mint színarany maradt a keverékben, chlórral közvetlenül egyesül, és vízben oldható aranytrichlorid alakjában kilúgozható. Az aranytrichloridból az aranyat redukáló vegyületekkel aránylag könnyen ki lehet választani.

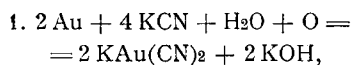
Mint ebből a leírásból látszik, az eljárás elég egyszerű, és a gyakorlatban is elég jó eredménnyel alkalmazható. Rossz oldala, hogy az érczeknek pörkölése nagy gondot és szakértelmet követel, mert az egész eljárás sikere a pörköléstől függ, sőt némely érczfajtánál, ha az aranyat kísérő fémek mennyisége túlságosan nagy, a rosszul végzett pörkölés vagy lehetetlenné, vagy legalább is oly nehézkesé teszi az arany leválasztását, hogy a módszer alkalmazása egyáltalán nem lehet eléggé jövedelmező. Ennélfogva természetes, hogy az olyan eljárás, a mely az aránylag drága pörkölést fölöslegessé teszi, már régen igen kíváncsnak látszott.

A múlt század közepe táján tapasztalták, hogy a cyánkálium nemcsak a színaranyat, hanem annak egyes vegyületeit is, sőt az ezüst, a réz, az ólom, a zink és a vas szulfidját is feloldja. Ezek a természetben az aranynak rendes kísérői. De míg az említett fémek szulfidjait körülbelül a fennebb említett sorrendben, a cyánkálium oldata annál kevésbé támadja meg, mennél hígabb, addig az aranyat, bár lassan, még híg oldata is elég könnyen oldja.

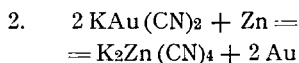
1885 ben Simpson a cyánkálium ezen tulajdonságaira alapított egy eljárást, melyet Amerikában szabadalmazott is, de eljárása a gyakorlatban nem tudott érvényesülni. A kilenczvenes években Mac-Arthur, skót származású fémkohász és a Forrest tesvérek újból megkísérelték az aranytermelés céljából a cyánkálium sajátosságait felhasználni. És nekik sikerült a gyakorlatban meg lehetősíteni hitelét vesztett eljárást annyira tökéletesíteni, hogy az ma Mac-Arthur-Forrest-féle eljárás címen, az aranyérczek feldolgozására használt eljárások között már elsőrendű helyet foglal el.

A Mac-Arthur-Forrest-féle eljárást röviden a következőkben foglalhatjuk össze. Az aranyat cyánkálium segítségével átalakíthatjuk vízben oldható vegyületté, a melyet fémess czink segítségével elbontunk, a mely alkalommal az arany színállapotban kiválik.

A chemiai folyamatokat következőleg fejezhetjük ki:



azaz: káliumaurocyánid keletkezik; ezt a káliumaurocyánidot a fémcszink



egyenlet értelmében színaranyra redukálja.

Lássuk először is az 1. egyenletben kifejezett kémiai átalakulás értelmezését és gyakorlati végrehajtását. Elméletileg 2 molekulásúly ciankálium elegendő egy atómsúly arany feldolgozásához; azaz kiegészített számokban 130 s. r. KCN, 197 s. r. aranyat old fel, vagyis 1 s. r. arany feloldásához körülbelül 0.65 s. r. ciankálium szükséges. A valóságban korántsem így kedvező a viszony. Fent mondtuk, hogy a ciankálium nemcsak az aranyat oldja, hanem több fémszulfidot is felold, miért is mennyiségét tetemesen növelni kell; másrészt azt is mondtuk, hogy miért nem lenne célszerű ezen oldószer mennyiségét azáltal növelni, hogy töményebben alkalmazzuk, így tehát híg oldatokkal kell dolgozni. De éppen ezen hígítás révén a mellékhatások egész sora érvényesül, a mennyiben közülről nem egy, éppen híg oldatokban megy végbe leginkább. Az 1. egyenletből láttuk, hogy a vegyfolyamat-hoz oxigén is szükséges; csak hogy a levegő vízben oldott oxigénje nemcsak itt szerepel, hanem magát a ciankáliumot is ciansavas káliummá oxidálja, még pedig

3.  $\text{KCN} + \text{O} = \text{KOCN}$  egyenlet értelmében, sőt

4.  $2 \text{KOCN} + 3 \text{O} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{N}_2$  egyenlet szerint a ciankálium végelemzésben szénsavas káliummá alakul át. Természetesen ez a reakció a ciankáliumnak aranyat oldó mennyiségét csökkenti.

Egy másik hatást idéz elő a levegő szénsavtartalma, mely a

5.  $2 \text{KCN} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HCN} + \text{K}_2\text{CO}_3$  egyenlet szerint kéksavat (hydrogencyanidot) szabadít föl. A 3., 4., 5. alatt felsorolt reakciók elkerülése céljából (már a mennyire az a gyakorlatban lehetséges) a kilúgozásnál az oldószer nem is igen szokták kevergetni. Éppen úgy, miként a szénsav, más jelenlevő, főleg ásványi savak is hatnak. A finom eloszlású és hozzá még nedves fémszulfidoknál szinte elkerülhetetlen a szulfátképződés, de úgy a szabad kénsav mint a szulfátok a ciankáliumot bontják, sőt a szulfidok is feloldódnak a ciankálumban sulfocyanidok képződése közben.\* Különösen az utóbbi reakciók egyes aranyérczeknél az eljárás alkalmazását vagy lehetetlenné, vagy a jövedelmezőséget annyira kétségessé teszik, hogy inkább más eljáráshoz fojyamadnak. Főleg nagyobb mennyiségű réz és rézkarbonátok jelenlétében alkalmatlan a módszer, mert ezek ciankálumban elég könnyen oldódnak.

Ezt a módszert jelenleg több helyen használják. Első helyen említhetjük, hogy a transzváli aranyterület bányáiban létesítettek (Withwaterrand) ezen rendszer szerint dolgozó, hatalmas telepeket. De nemcsak Délafrikában, hanem az Egyesült-Államokban, Ausztráliában, Mexikóban, Columbiában, Chileben, Borneóban és Indiában is ezt az aranytermelő módszert alkalmazzák. A transzváli aranybányákban a finomra porított érczet nagy cementezett tartályokba teszik, s több ilyen tartály közlekedik egymással. Az egyes tartálysorok lépcsőzetesen vannak elhelyezve, a legfelsőbb tartályból a másodikba, innét a harmadikba kerül a ciankálumban oldat, honnét az oldatot

\* Mindezek a körülmények azt idézték elő, hogy a ciankálumból nem az elméletileg kiszámítható mennyiséget, hanem tetemesen többet használjanak, miről később még szólni fogok.

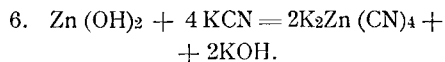
visszaszivattyúzzák a legfelsőbe. A lúg eredetileg  $C_6-0.8\%$ -os. Természetes, hogy a lúg az egyes tartályokból mindig csekélyebb töménységgel kerül a következőbe, azért mikor visszakerül a felsőbe, tömény cyánkálium-oldattal elegyítik, hogy az oldatnak ismét meglegyen az eredeti  $0.6-0.8\%$ -os töménysége.

Egy-egy tartálysorban a lúg körülbelül 10—12 óráig marad és csak azután folyik a következőbe. Ugyanazon lúgmennyiség vagy kétszer megy végig az egész rendszeren és csak azután pótolják új, csekélyebb töménységű  $0.2-0.4\%$ -os oldattal, míg végre tiszta vízzel a keletkezett káliumaurocyánidot kilúgozzák. Ezzel az eljárással nemcsak azt érik el, hogy a lúgot lehetőleg teljesen kihasználják és hogy az oldat aranytartalmában aránylag gazdagabb lesz, hanem az eljárás második része szerint nem találkozik annyiszor a fémes cizinkkel. Érdekes már itt megemlékezni arról, hogy egyes vállalatok mily méretekben dolgoznak. A johannesburgi (Transzvál) bányavállalatok egyikében körülbelül 2 millió métermázsa aranytartalmú érczet dolgoznak fel évenként főleg ezen eljárás szerint. Egy-egy betonos ércztartóban, vagy 4000 métermázsa ércz fér el.

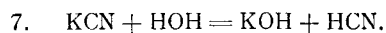
Már említettük, hogy az eljárás második részében a káliumaurocyánidot kell redukálni fémes cizinkkel. A 2. egyenlet szerint egy atom cizink 2 atom-súly aranyat tud felszabadítani, miből egy súlyrész cizink 6 súlyrész arany leválasztására elégséges. De a gyakorlatban ez eljárás korántsem oly gazdaságos. Lássuk ennek okait.

A káliumaurocyánidból kiváló arany a fémes cizinkkel érintkezve elektromos áramot indít, mely az oldatban levő vizet elbontja; a hidrogén gáz alakban eltávozik, a felszabaduló oxigén megtámadja a cizinket és abból cizinkhidroxidot létesít. A cizinkhidroxid a cyán-

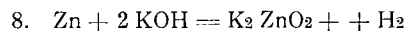
kálium egy részére a következő értelemben hat:



Lúgok jelenlétében, híg, vizes oldatban a cyánkálium maga is hidrolitesen alakul át.



Ha még ehhez vesszük, hogy a kereskedésbéli cyánkáliumban szintén néhány % KOH szokott lenni, azt látjuk, hogy a cizinknek káliumhidroxiddal találkozni bőségesen van alkalma. Ekkor pedig valószínűleg



egyenlet szerint a cizink feloldódik; végtére a cizink mint  $\text{Zn}(\text{CN})_2$  leválik, a folyadék pedig erősen lúgos kémhatású lesz.

Mindezek a mellékreakeciók érthetővé teszik, miért kerül a cyánkáliumoldat gyakori érintkezését a fémes cizinkkel és miért használnak a gyakorlatban legalább is negyvenszer annyi cyánkáliumot, mint a mennyi az arany mennyiségéhez képest, az elméleti számítás szerint elég lehetne; de annak a cizinknek a mennyisége is, mely 1 rész aranyat kiválaszt-hatna, az aranyak nem  $\frac{1}{6}$  része, hanem körülbelül 14-szerese.

Az aranytartalmú cyánkálium oldatot az extraháló edényekből vagy 6 méter hosszú és körülbelül 50 centiméter széles, ferdén álló vályúkba szivattyúzzák, melyek hosszirányban több rekeszre vannak felosztva; ezekbe teszik a tiszta fémfelületű cizinkforgácsokat. A kiválasztott arany egy gyűjtőcsatornába jut.

Az aranyiszapot azután kisajtolják, megszáritják és kevés szódával, boraxszal és folyópattal többszörösen összeolvasztják.

Azok a technikai nehézségek, a melyekkel a Mac Arthur-Forrest-féle eljárás második szakaszában kell megküzdeni, a legkülönbözőbb módosítá-

sokra adtak alkalmat. Első sorban iparkodtak a cinket más fémrel pótolni; e célból az alumíniumot ajánlották és szabadalmaztatták. Érdekesebb a kálium-aurocyánid elektrolízis elbontása. Siemens és Halske dolgoztattak ki egy eljárást és alkalmas elektrolizáló készüléket szerkesztettek, a melyet érdemes röviden ismertetni. Az első és főnehézség az elektrolízis alá kerülő oldatok csekély töménysége. Ez akadályt úgy küzdötték le, hogy az elektródok felületét elég nagyra készítik és gondoskodnak, hogy a folyadék folytonosan jól keveredjék. A katódlemezeket vékony ólom-ból, az anódlemezeket vasból készítik. Kellő intenzitású áram hatására most a cyánkáliumos aranyoldat úgy bomlik el, hogy az arany az ólomlemezekre rakódik.

Az oldat csekély töménységéből folyólag az áram tetemes hányada a vizet bontja el. A felszabaduló oxigén a vas-anódokat oxidálja és ezen oxidok a cyánnal vegyületekké egyesülnek, a mi által az anódlemezek aránylag hamar elpusztulnak. Ezen nyilvánvaló hátrányok ellenére az elektrolízis eljárás határozott haladást jelent, mit legjobban az bizonyít, hogy a gyakorlatban mindinkább térhódít.

Ha a Mac Arthur-Forest-féle eljárást részleteiben újból átgondoljuk, nem lesz nehéz feleletet adni arra a kérdésre, melyek voltak azok az okok, melyek ez eljárásnak rövid idő alatt általános elterjedést és virágzást biztosítottak. Első sorban az a már említett jó oldala sok más eljárás felett, hogy sok esetben nélkülözhetővé és fölöslegessé tette az aranyérczek drága és körülményes pörkölését. Második erőssége az, hogy ezen, csak látszólag körülményes eljárás segítségével még oly csekély aranytartalmú érceket is fel lehet dolgozni, a melyeknek okszerű feldolgozása régebben szinte lehetetlen volt.

HÜTTL ERNŐ.

**A fémek desztillálása.** A fémek desztillálása nem új keletű. Már 1859-ben sikerült Despretz-nek, elektromos árammal kevés mennyiségű rezet átdestillálni. E kérdéssel foglalkozott még Siemens, Huntington, M. M. Krafft és Bergfeld, nálunk pedig Schuller Alajos, a ki kísérleteit légüres térben, kvarcedényekben végezte.

A Rómában nem rég lefolyt chemiai kongresszuson pedig Moissan Henri számolt be, ama kísérleteiről, amelyek szerint a szilárd halmazállapotú elemek java részét forrásig hevítette és átdestillálta. Már évekkel azelőtt, a mikor a gyémánt mesterséges előállításával foglalkozott, ki dolgozta volt a metalloidok desztillálását, nevezetesen a szilíciumét, a borét, a szénét, továbbá a titánét; most pedig a fémek desztillációjára vonatkozó eredményeit terjesztette elő.

Miként elődei, ő is az elektromos kemenczében végezte kísérleteit. Kis mennyiségű fém átdestillálásakor, az elszálló fémgőzöket kettős falú rézcsőben gyűjtötte össze, melynek falai között hideg víz keringett, hogy a gőzöket állandóan lehűthesse. A csövet az elektromos kemence fedőjének nyílásán keresztül helyezte el, néhány centiméternyire a tégely és az ív fölé.

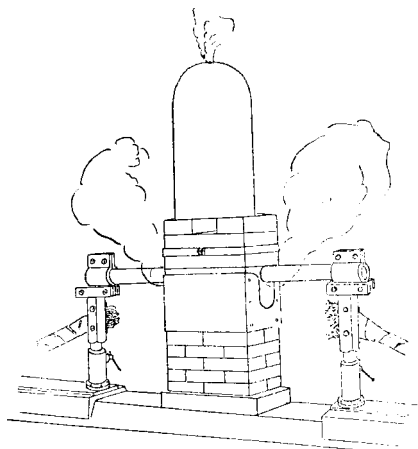
Más eljárást követett azonban akkor, a mikor nagyobb mennyiségű fémeket akart átdestillálni. Ilyenkor a kemence fedőjének nyílására nagy, de vékony üveg- vagy fémburát helyezett el, olyképpen, miként ezt a rajzon láthatjuk.

Már most az átdestillált fémnek mennyisége mindig attól függött, hogy milyen erősségű és feszültségű áramot mily időn keresztül engedett hatni a ledestillálandó fémre. Kellő feszültségű és intenzitású árammal még a legmagasabb olvadáspontú-fémeket is sikerült gőzzé változtatni. Mindez az alábbi táblázatból látható:

A desztilláló fém neve :	A desztillálásra felhasznált anyag mennyisége :	Az áram intenzitása :	Az áram feszültsége :	A kísérletezés ideje :	Az átdesztillált fém mennyisége :	Az átdesztillált fém tisztasága :	A kihűléskor kiváló grafit mennyisége :
	g.	A.	V.	p.	g.	0/0	0/0
Cu	300	300	110	5	50	99-76	1-62
»	300	300	110	6	140	—	—
»	300	300	110	8	233	—	—
Au	150	500	110	5-30	10	—	—
»	150	500	110	6-30	20	99-98	—
Os	100	500	110	4	—	—	—
»	100	600	110	5	16-5	—	—
»	150	700	110	5	29	—	3-89—3-97
Ru	150	700	110	3	16-5	—	4-8
»	150	500	110	5	10	—	—
Pt	150	500	110	5	12	—	—
»	150	500	110	5-30	19	—	—
Pd	23	500	70	2	3-2	—	—
»	150	500	110	5	9-63	—	—
Ir	150	500	110	5	9	—	2-80
Rh	150	500	110	4	4	—	2-19
»	150	500	110	5	10-2	—	—
Ni	150	500	110	5	56	—	—
»	200	500	110	9	200	—	—
Fe	150	500	110	5	14	—	—
»	825	1000	55	10	150	—	—
»	800	1000	110	20	400	—	—
Mn	150	500	110	3	38	—	—
Cr	150	500	110	5	38	—	—
Mo	150	700	110	10	—	—	—
»	150	700	110	20	56	—	—
W	150	800	110	20	25	—	—
Ur	150	500	110	5	—	—	—
»	150	700	110	5	15	—	—
»	200	900	110	9	200	—	—
Ti	500	500	110	5	9	—	—
»	500	500	110	5	11	—	—
»	500	500	110	6	17	—	—
»	300	1000	55	5	110	—	—

A réz elég könnyen átdesztillál, s ily állapotban vékony lemezesszerű. Színe vöröses és erősen szivárványszínbe játszik. Mikroszkóp alatt apró üres gömböcskék láthatók, melyekben néha fekete kristályos test van, a grafit. A desztillálás-hőmérsékleten szenet old, mely belőle kihüléskor kiválik és pedig többé-kevésbé kristályos állapotban.

Az arany a rézcsőben sárga színnel rakódott le, míg üvegburában felfogva inkább bíborvörös volt. Mikroszkóp alatt kristályosnak látszik. Szenet az arany is old, de ez lehüléskor kiválik belőle.



Igen érdekesen viselkedett az arany-réz, továbbá az arany-ón ötvözet. Ezeknél azt tapasztalta, hogy a réz és az ón előbb desztillál át, mint az arany. Egy olyan arany-réz ötvözetből, a melyben 10% volt az arany, 500 ampères és 70 voltos áram 4 perczig tartó hatására 77 g-ot desztillált át. A csőben lerakódott ötvözet összetétele ekkor ez volt: 10·33% arany, 89·02% réz. Ha pedig az arany tartalma 50% volt, akkor ugyanilyen viszonyok mellett 7 percz alatt 23 g ment át, melynek összetétele: 57·02% arany, 42·81% réz volt.

200 g ón-arany ötvözetből, ha az arany-tartalom 40% volt, a fenn említett áram 3 percz alatt 185 g-ot desztillált le. Ennek összetétele: 59·7% ón és 41·08% arany.

A platinacsoport fémek aránylag nehezen párologtathatók el. Az *osmium* a legnehezebben párolog át. A *palladium* bár könnyebben olvad meg, mint a platina, mégis a platina és a rhodium előtt nem desztillál át. 500 ampères és 110 voltos árammal egy percz alatt mindnyájan megolvadnak, négy percz alatt pedig forrni kezdenek. Az osmiumgőz apró gömböcskék alakjában rakódik le, éppen úgy a ruthénium is; de ez utóbbi gyakran mikroszkópos kis kristályokat is képez. Részint kristályos, részint gömböcske alakban rakódnak le a többiek is. Színük szürke, az iridiummá kékes. Mindnyájan, kivétel nélkül, oldanak szenet, mely belőlük kihüléskor ismét kiválik.

A vascs csoport fémek, melyhez Moissan szerint a vas, nikkell, mangán, chrom, kobált, molybdén, wolfrám és urán tartoznak — különböző módon viselkednek az elektromos árammal szemben. Közülök aránylag a mangán desztillálható át a legkönnyebben, utána következik a nikkell és a chrom; legnehezebben desztillálható a vas. A vas azon a hőmérsékleten, a melyen átpárologása megkezdődik, nagy mennyiségű gázt bocsát el. A megsűrűsödött fémgőzök éppen olyan sajátságúak, mint a finom porrá tört fémek.

Moissan kísérletei alapján még egy érdekes kérdésre akar felelni, nevezetesen a Nap hőmérsékletére. A Napban ugyanazon elemek fordulnak elő, mint a Földön. Szerinte pedig az elektromos kemenczében minden elem megolvasztható és elpárologtatható. Az ív hőmérséklete M. Violle mérése szerint 3500 C.<sup>0</sup> Mivel pedig a Napnak még egy folyékony gyűrűje is van, föltételezi, hogy a Nap hőmérséklete sem lehet nagyobb, mint



3500 C.<sup>o</sup> Sőt, tekintettel arra, hogy a Napban különböző nyomások is szerepelnek, hőmérsékletének szükségképpen vagy 100 fokkal alacsonyabbnak kell lennie. Mindenesetre azonban magas értékű az a hőmérséklet, a melyet a Napra V i l s o n állított fel, ki a Nap hőmérsékletét 6590 C.<sup>o</sup>-ra becsülte, valamint nagy a L u m e r-től és P r i n g s h e i m-től közölt 5880 C.<sup>o</sup> is.

Sz. SZATHMÁRY LÁSZLÓ.

### Erősen mágnesezhető ötvözetek.

A különböző anyagok mágneses viselkedésére nézve rendkívül érdekesek azok a kísérletek, melyeket H e u s l e r az utolsó esztendőekben különböző mangán-ötvözeteken végzett. H e u s l e r-nek sikerült csupa rendkívül csekély mértékben mágnesezhető, sőt diamágneses fémekből oly ötvözeteket készíteni, a melyek mágnesezése már a vaséval mérhető össze, a mennyiben egyes ily ötvözetek a legjobban mágnesezhető vasnál már csak mintegy háromszor kevésbé mágnesezhetőek.

Mennyiségileg az anyagok mágnesezhetőségét az úgynevezett *mágnesezési együlthetővel* (mágneses *susceptibilitással*, *fogékonysággal*) szokás jellemezni. Ha bizonyos *H* erősségű térbe helyezzük a megvizsgálandó testet és ennek hatása alatt a test térfogategységében *I* mágneses momentum keletkezik, akkor

$$K = \frac{I}{H}$$

az úgynevezett mágneses fogékonyság. *K* a vas, nikkell, mangán, platina és aluminiumnál *H* minden értéke mellett pozitív; ezek az úgynevezett paramágneses testek, melyeket bármely mágneses pólus vonz; vannak azonban más úgynevezett diamágneses testek (bizmút, arany, higany, ezüst, cink, réz) melyeket bármely mágneses pólus taszít, ezeknél a *K* abszolút nagyságában is óriási különbség van a különböző anyagok közt. Ha

*H*-t és *I*-t is a c. g. s. rendszerben mérjük, akkor *K* a vas és nikkell kivételével az említett testekre nézve alig néhány milliomod (mangánál 50, platínánál 25, aluminiumnál 2 milliomod, réznél —1, bizmútnál —14 milliomod). Ezekről az anyagokról mondjuk felületesebb vizsgálat mellett, hogy nem mágnesezhetőek. A jól mágnesezhető nikkelnél és vasnál a *K* értéke nagy mértékben változik *H* értékével, úgy, hogy az anyag mágneses viselkedését legjobban oly görbével ábrázolhatjuk, melynek abszcisszája *H* és ordinátája *I*, vagy *K*. A tapasztalat szerint az *I* görbe eleinte gyorsabban, később mind lassabban növekszik, és végre egy bizonyos *H* értéknél a *telítő* erősségnél a *H* tengelyvel párhuzamos egyenesbe megy át, ennek megfelelően *K* is eleinte növekszik, azután egy maximális értékhez közeledik, onnan leszáll és végre zérus lesz, mert a legerősebb *H* terekkel is csak ugyanazt a telítési *I* momentumot lehet létesíteni.

A telítési állapot nikkelnél már mintegy *H* = 30-nál bekövetkezik; ugyanott *I* = 400, *K* = 13·3, a vas viselkedése készítmény módja szerint igen változó; leg-erősebben mágnesezhető a lágyvas: a telítési pont *H* = 50 körül fekszik, a hol *I* = 1300, *K* = 26.

Mindezen adatok szobahőmérsékletre vonatkoznak, a hőmérséklet növelésével a mágnesezhetőség általában fogyni bizonyos hőfokon teljesen eltűnik (vasnál 700°, nikkelnél 300°); D e w a r mérései szerint a folyós levegő hőmérsékleténél (—190°) a vas kétszer oly erősen mágnesezhető, mint a szobahőmérsékleten.

H e u s l e r mérései szerint minőségileg egészen hasonló viselkedést mutatnak az említett mangánötvözetek. Bár az alkotórészek mágneses fogékonysága alig egy pár milliomod, egyes ötvözeteknél *I* telítési értéke a lágyvas telítési értékének

egyharmadával egyenlő. Az ötvözetek alkotórészei mangán, réz és aluminium. A főalkotórész a réz, mely az összes tömegnek mintegy 70%-a, ennek mintegy harmadrésze mangán, a többi aluminium. Heusler tapasztalatai szerint a mágnesezhetőség a legnagyobb akkor, mikor a mangán és aluminium molekulasúlyaik arányában (55:27) szerepelnek; minden más összetételnél a mágnesezhetőség kisebb. Igen csekély ólom hozzákeverése által az ötvözet mágnesezhetősége még jelentékenyen emelkedett; a legnagyobb mágneses momentum térfogategységenként egy ilyen ólomtartalmú ötvözetnél mutatkozott:  $I = 540$  ( $H = 150$  mellett).

Mindezen ötvözetek nem készültek vegytiszta (elektrolites) vörösréz-ből, hanem előállításuknál Heusler a kereskedésseli mangánrezet használta, mely mintegy 0.5% vasat is tartalmaz. A mangánreznek mágnesezése azonban magnetometerrel nem volt kimutatható még akkor sem, mikor a szándékosan fokozott vastartalom 1.2% volt. Így hát a nagy mágneseződés forrása másutt keresendő.

Igen feltűnő azonkívül ezen ötvözetek mágnesezésének változása a hőmérséklettel. Hasonló méréseket legutolsó időben Take E. végzett.\* Figyelemreméltó ezeknél, hogy egyik ötvözetnél huzamosabb melegítés által az a hőfok, melyen az ötvözet mágnesezhetőségét elveszíti, szinte ugrásszerűen 140°-ról 210°-ra tolódik el és ugyanakkor lehűlés után a megvizsgált 65 milliméteres rúdön  $\frac{6}{100}$  milliméternyi maradandó összehúzódás tapasztalható.

Érdekes dolog az ötvözeteknek e sajátságos mágneses tulajdonságát egyébként, ugyancsak igen feltűnő rugalmas és hőtani, továbbá elektromos tulajdonságai-val összevetni; valamennyiből az tűnik

ki, hogy az ötvözetek nagyon gyakran az alkotórészek sajátosságaitól felette elütő tulajdonságúak, úgy, hogy az ötvözetek semmiesetre sem tekinthetők az alkotórészek egyszerű keverékének. Az ötvözetek vizsgálata egyrészt a technikának igen sok szolgálatot tehet, mert új tulajdonságokkal felruházott anyagok előállítását teszi lehetővé, másrészt a tudományt új tapasztalatokkal gazdagítja, és több jelenség mechanizmusába ígér bepillantást.

DR. ZEMPLEN GYÖZÖ.

**A Röntgen-sugarak sebessége.** A Röntgen-sugarak fölfedezése óta sokan fáradoztak azon, hogy a Röntgen-sugarak sebességét kísérletileg meghatározzák. Blondlot és Bruithes meghiúsult kísérletei után úgy látszik Erich Marx-nak, lipcei egyetemi magántanárnak végre sikerült a nehéz feladatot megoldani.

Kísérleteiről előzetesen beszámolt mult év szeptemberében a német orvosok és természetvizsgálók merani gyűlésén, a részletes leírást pedig az Annalen der Physik ez évi júliusi számában (20. kötet, 677. lap) tette közzé.

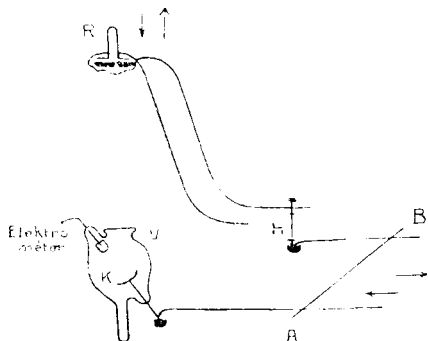
A módszer igen szellemesen van kihasználva és elvben azon eljárás alkalmazásának mondható, a melylyel Fizeau a fény terjedési sebességét határozta meg.

Alapja az eljárásnak ama Dorn E. által kimutatott jelenség, hogy ha Röntgen-sugarak platinalemmezre esnek, *kathódsugárzást* keltenek, azaz a platinából negatív elektronokat szakítanak ki; azonkívül a Röntgen-sugarak *ionizálják*, elektronokra bontják a gázokat is, melyeken áthaladnak. Pozitív töltésű platinalemmez Röntgen-sugarak hatása alatt e szerint egyrészt maga fog kibocsátani negatív elektronokat, másrészt magához fogja vonzani a gázban képződött negatív elektronokat s így e két hatás egymás ellen

\* Annalen der Physik. 20. k., 849 l. (1906.)

működik, negatív töltésű lemeznél ellenben úgy a platinából kicsalt, mint a gázban keletkező elektronok eltávoznak a lemeztől s így negatív töltésű lemeznél oly negatív elektronáramlás keletkezik, mely elektrométerrel kimutatható.

E tapasztalatokat Marx a következő módon használta ki céljaira (l. az ábrát): a  $R$  Röntgen-csővet elektromos rezgésekkel gerjesztette; a  $H$  hurok közvetítésével rezonancia útján ugyanily rezgések jutottak a  $V$  ritkított levegőt tartalmazó cső  $K$  platinaelektrodjára is, mely tehát felváltva  $+$  és  $-$  potenciálra volt.  $K$ -ra estek a  $R$  cső Röntgen-sugarai ugyancsak megszakításokkal; minthogy a rezgés szám  $R$  és  $K$ -ban ugyanaz volt, az  $RK$



távolság alkalmas választásával el lehetett érni, hogy a Röntgen-sugarak éppen akkor essenek  $K$ -ra, mikor ott  $+$  potenciál uralkodik s így elektronáramlás nincs és a  $K$ -val szemben lévő fémlappal összekötött elektrométer nem mutat kitérést.

Ha Marx a  $RK$  távolságot nagyobbitotta, az elektrométer kitért, azonban vissza lehetett hozni nyugalmi helyzetébe az  $AB$  »híd« eltolásával, mert akkor  $H$ -ból az elektromos dróthullámok hosszabb úton jutottak el  $K$ -ig s így megint csak ugyanazon fázisban érték a platinalemezt a sugarak, mint előbb; világos, hogy  $RK$  meghosszabbítása és a  $HABK$  út meghosszabbításának viszonya egye-

nesen a Röntgen-sugarak és a dróthullámok tovaterjedési viszonyát szolgáltatja, mert ha a Röntgen-sugarak  $RK$  meghosszabbítása folytán később érték  $K$ -hoz, ugyanazon idővel késleltetni kell a dróthullámokat is, hogy a  $K$  elektródon a viszonyok meg ne változzanak.

Marx azt találta, *egy százaléknyi pontossággal*, hogy az  $AB$  hidat félfannyival kellett jobbra eltolni, mint a mennyivel  $RK$ -t megnagyobbította, tehát  $RK$  és a  $HABK$  út megnagyobbítása egyenlő, minthogy pedig az elektromos dróthullámok  $Hertz$  mérései szerint levegőben fénysebességgel terjednek tova, Marx azt találta, hogy a *Röntgen-sugarak tovaterjedési sebessége egy százalékig meg egyezik a fénysebességgel, 300,000 km.-mal.*

Ez az eredmény teljesen összhangzásban van ama képpel, melyet *Wiechert* és *Stokes* a Röntgen-sugarakról alkottak maguknak, mely szerint a Röntgen-sugarak az elektromágneses erők egymást sűrűn követő *lökésszerű* ingadozásának tovaterjedéséből származnak, ellentétben a fénysugarakkal, melyeknél ezen erők *folytonos* ingadozást szenvednek. Az elmélet ugyanis e lökésekről kimutatja, hogy ugyanazon sebességgel terjednek tova, mint a folytonos ingadozások.

DR. ZEMPLÉN Győző.

**A dohányfüst élettani hatása.**  
Régóta tudjuk, hogy a dohánylevelek igen mérges alkaloidot (nikotint) tartalmaznak, mely tiszta állapotban már fölötte kis mennyiségben is halált okoz.\* Hosszú időn keresztül a dohányzás okozta hatásokat (rosszullét, szédülés, szívdobogás stb.) egyszerűen a dohányból felszabaduló nikotinnak tulajdonították. Ámde a vizsgálatok ezt a felfogást

\* 5 milligramm nikotin egy középnyagú kutyát 3 perc alatt öl meg.

nem erősítették meg minden kétséget kizáró módon, sőt egyes fiziológusok (Vohl, Eulenburg) a nikotin jelenlétét a dohányfüstben kétségbe vonták. Újabban igen sokan vizsgálták meg a dohányfüstöt s benne különböző mérges alkotórészeket mutattak ki, így kéksavat, kénhidrogént, pikolinsavakat, különböző pyridinbázisokat, szénoxidot és mocsárgázt. A füst-elemzések bonyolódottak voltak és a dohányfüstben kimutatott anyagok nagy száma teljesen megmagyarázza, miért oly eltérők a vélemények a dohányfüst élettani hatására nézve.

Kissling, Heubel és Le Bon a dohányzás kellemetlen, sokszor életveszélyes következményeit a nikotinnak, Vohl, Eulenburg a pyridinsavaknak, Vogel a kéksavnak és a kénhidrogénnek, Witczek a pikolinsavaknak, Dudley pedig a szénoxidnak tulajdonítja. Jelenleg Dudley nézetének van a legtöbb híve. Különböző állatokon végzett kísérletei szerint a dohányfüstnek legmérgesebb alkotórésze a szénoxid volna, azonban Binz és Wahl világosan kimutatták, hogy a dohány elégetése alkalmával oly kevés szénoxid fejlődik, hogy rendes körülmények között hevenyész mérgezést nem okozhat. Pedig ilyen hevenyész mérgezés a gyermekek és nem dohányzó felnőttek első dohányzási kísérletei alkalmával úgyszólván mindig megjelenik, sőt az irodalomban hirtelen halálra vezető mérgezéseket is találunk följegyezve. Bromhead\* egy 13 éves gyermek esetét írja le, a ki az első dohányzás alkalmával rosszul lett, összeesett; szembogarai összehúzódtak, érverése egyre gyengült és kiagyóvá lett, majd 3 óra múlva heves görcsöket kapott s egy órai görcsös

rángatódzás után hűdés következtében meghalt. A bonczolásnál kiderült, hogy az agygyomrok megalvadt vérré váltak megtelve. Binz és Wahl felfogása szerint a dohányfüstben előforduló kis mennyiségű szénoxid semmi esetre sem okozhat egymagában ilyen veszedelmes tüneteket. A kéksavnak sem tulajdoníthatunk nagyobb jelentőséget, mert Habermann mérései szerint 20—25 szivar csupán 0.0049 g kéksavat tartalmaz.

Az előadottakból láthatjuk, hogy arra a kérdésre: mi okozza a dohányfüst mérgező hatását? nem tudunk kielégítő feleletet adni. Örömmel fogadhatjuk tehát Ratner,\* charlottenburgi orvos legújabb vizsgálatait, a ki pontos kísérleteivel ezt az érdekes kérdést is megvilágította.

Ratner elmésen kiesztelt módszerekkel, melyekkel a dohányzás természetes folyamatát híven utánozta, a nikotin tartalmú és nikotintól mentes (helyesebben nikotinban szegény) szivaroknak élettani hatását tanulmányozta, még pedig nemcsak emberekre, hanem nyulakra és békákra nézve is. Kísérleteit arra alapította, hogy a dohányzásnál azok az égési termékek hatnak, melyeket a nyál felold s melyek azután a nyállal együtt a szervezet bélcsövébe, majd innen a vérébe kerülnek. A hatás megismerése céljából a dohányfüstöt a szájban uralkodó negatív nyomásnak (10 mm. higanyoszlopállásnak) megfelelő erővel, vízzel telt lombikokon szítta keresztül; ezt a vizet, mely a dohányfüst ható anyagait feloldotta, különböző állatok vérebe fecskendezte s azt tapasztalta, hogy a nikotintartalmú szivaroknak vízben oldható égéstermékei mérgezési tüneteket okoznak, nevezetesen a vérnyomást kezdetben fokozzák, majd később csökkentik,

\*\* Zentralblatt f. klinische Medizin, 10. köt., 632. lap.

\* Pflüger's Archiv, f. d. ges. Physiologie, 113. köt., 1906, 198—212. lap.

végül, a vérnyomás kisebbedésével kifejlődik a ritka érverés (bradycardia), melyhez gyakran arhythmia szegődik. Ezek a hatások teljesen elmaradnak, ha nikotintól mentes, illetőleg nikotinban szegény szivaroknak vízben oldható égéstermékeit fecskendezzük be.

Egészséges, rendszeresen nem dohányzó embereken dohányzás alkalmával szintén vérkeringési zavarok jelennek meg, melyek szintén ritka érverést (bradycardia) eredményeznek. Megjegyezzük, hogy a tartós ritka érverés halálra vezet. A ritka érverés nem észlelhető nikotintól mentes szivarok élvezése alkalmával, sőt a többi vérkeringésbeli zavarok is elmaradnak, vagy csak igen kis mértékben nyilvánulnak. Az olyan embereken, a kik rendszeresen, állandóan dohányoznak, nem jelenkeznek mérgezési tünetek, a szokottnál jóval nagyobb mennyiségű dohány elszívása után azonban szintén kimutathatók.

Ratner a dohány égéstermékeinek az emésztésre való hatását is megvizsgálta olyan formán, hogy emberből származó gyomornedvhez és hasnyálhoz nikotintartalmú és nikotintól mentes dohányból származó égéstermékek vizes oldatát cseppentette s az ilyen gyomornedv és hasnyál emésztő hatását a rendszeres gyomornedvével és hasnyálával hasonlította össze. Az eredmény az volt, hogy úgy a nikotintartalmú, mint a nikotintólmentes dohányból származó égéstermékek a gyomornedv emésztő hatását csökkentik, de a nikotintól mentes dohány égéstermékei *kevésbé*, mint a nikotintartalmúé. A hasnyál emésztő hatását a nikotintartalmú dohány égéstermékei csökkentik, ellenben a nikotinban szegény dohány égéstermékei fozkozzák.

Ratner meggyőző kísérletei alapján tehát a dohányfüstben főleg a nikotin hat mérgezőleg, minthogy a többi, mér-

gesnek tartott anyagok: pyridinsavak, kéksav stb. a nikotinban szegény dohányban is megvannak s még sem okoznak vérkeringésbeli zavarokat.

DR. GORKA SÁNDOR.

**Átmenet faopálból kvarczba.** Az opál és a kvarcz összetétele között nem nagy különbség van. Mint tudjuk, mindkettő kovasav, de míg amaz vizet is tartalmaz, emebből a víz teljesen hiányzik. Tehát semmi ok sincs arra nézve, hogy nehéz legyen az a kísérlet, melynek célja az opál és kvarcz között átmenetet létesíteni. Ennek tanulmányozásával foglalkozott legutóbb Spezia G., kinek kísérletei azért is érdekesek, mert némely tekintetben megvilágítják a kvarcz keletkezését is.

Ő, Tokajból származó faopállal végezte kísérleteit. Belőle prizmát készítvén aczélhengerbe helyezte, a melyben hőmérő az uralkodó hőmérsékletet mutatta. Az aczélhenger olyan volt, hogy bármikor el lehetett zárni, s ily módon benne igen nagy feszültséget létesíteni. Megtöltvén a készüléket kellő mennyiségű zselatinszerű kovasavval, a mely nyomokban nátriumszilikátot is tartalmazott, elhelyezte a faopálprizmát és az aczélcövet fölhevítette 280—300 C.<sup>o</sup>-ig és így hagyta a készüléket 15 napon keresztül. Az eredmény az volt, hogy a faopál kvarczba ment át, és növényi szerkezetet csupán az a része mutatott, a mely már eredetileg is kvarcz volt.

Azon tapasztalatból kiindulva, hogy az átmenet már hőmérsékletemelkedésre is simán történik, megvizsgálta, hogy mi történik vele a nyomás növelésekor. E célból újabb prizmát készített, ezt az aczélcsőbe helyezte, s rá száraz agyagot öntött. Ezzel azt akarta elérni, hogy a nyomás hasonló legyen azon nyomással, a mely agyagos talajban fekvő növényi kővületekre, vagy ott lévő más testekre

hat. Csupán a nedvességet küszöbölte ki. A csőben ezután 6000 légköri nyomást létesített és e nyomás alatt hagyta a prizmat öt hónapon keresztül, 10—15 C.<sup>o</sup>-on. Ekkor azt tapasztalta, hogy az agyag nagyon megkeményedik, de a faopálprizma változatlan marad, mit mikroszkópai vizsgálattal nem volt nehéz megállapítani. Egy más kísérletnél zselatinszerű kovácsba helyezte el a prizmat és 6000 légköri nyomás alatt tartotta négy hónapon át, 12—16 C.<sup>o</sup>-on. A prizma törekeny lett, de egyébként változatlan maradt.

*Spezia* ebből azt következteti, hogy pusztán a statikai nyomás nem elégséges ahhoz, hogy a faopálból kvarc keletkezzen. Az átváltozás csak magas hőmérsékleten történik. A természetben azonban sokkal kisebb hőmérsékleten kellett az átalakulásnak végbemenni, mert a fakvarczban néha szerves anyagok is előfordulnak, mi csak az esetben lehetséges, ha a hőfok 300 C.<sup>o</sup>-nál tetemesebben kisebb. De az is bizonyos, hogy kisebb hőmérsékleten a hatásnak sokkal hosszabb ideig kellett tartani.

*Spezia*-nak nagy nyomás alatt végzett kísérletei *Heims* föltevését is megcáfolják. *Heims* azt állította, hogy szilárd, kemény testek, ha minden oldalról egyenlő nyomásnak vannak alávetve, gyúrhatók válnak. A faopálprizma kísérlet után éppen olyan szerkezetű volt, mint kísérlet előtt, a szerkezetnek pedig okvetlenül meg kellett változnia abban az esetben, ha a nagy nyomás gyúrhatóvá tette volna a kísérletben szereplő faopált.

Sz. SZATHMÁRY LÁSZLÓ.

**A rádium és uránium viszonyos mennyisége a radioaktív ásványokban.** Rutherford és Boltwood az urántartalmú ásványokon méréseket végeztek, melyekből kiderült, hogy az ásványokban a rádiumtartalom az urániumtartalommal mindig bizonyos viszonyban van.

Mint tudjuk, a rádium emanációkat bocsát ki, a melyeknek mennyisége, ha a körülmények nem változnak, állandó. Rutherford és Boltwood erre a tényre alapították vizsgálataikat. Ugyanis ismert mennyiségű rádiumbromid emanációjának mennyiségét olyan urániumtartalmú ásványnak az emanációjával hasonlították össze, a melynek urániumtartalmát ismerték.

Méréseiket a lehető legnagyobb körültekintéssel és pontossággal végezték már azért is, mert hiszen eredményük pontossága az egységképpen készített rádiumbromidoldat pontosságától függött.

Kiválasztottak egy oly rádiumbromid-kristálykát, mely előzetes kísérleteknek alávetve, óránként és grammonként 110 grammkaloria hőmennyiséget fejleszt, miből következett, hogy a készítmény teljesen tiszta. Az ezen anyagból lemért részletnek nagyobb biztonság okából még  $\gamma$  sugárzását is meghatározták, mire az oldatok elkészítése következett.

Desztillált vízben annyi rádiumbromidot oldottak fel, hogy az oldat köbczenti-méterenként 0.01, 0.0001, 0.000001 mg sót tartalmazzon. Ezután ismert mennyiségű oldatot bepárolva, meghatározták a  $\gamma$  sugárzás mértékét, mikor is kitűnt, hogy a viszonylagos aktivitás a föltételezett rádiummennyiséggel tényleg arányban van. Mindezek alapján föltételezhető volt, hogy a rádium »étalon«-t pontosan választották meg.

Két hónappal az egység beállítása után végezte Boltwood a méréseket, melyekből kitűnt, hogy az uránérczek aktivitásuk után itélve minden gramm urániumban 74 százmilliomod gramm rádiumot tartalmaznak.

Éve, ki e kísérleteket megismételte, azt tapasztalta, hogy ez az eredmény nem egyezik meg a valósággal. Boltwood méréseinél a hiba forrása az volt, hogy az oldatot, mely mérései-

nek alapjául szolgált, előbb más edénybe öntötte át.

Éve méréseinek alapja ugyanaz volt, mint a Boltwoodé, azzal a különbséggel, hogy még nagyobb körültekintéssel igyekezett eljárni. Az uránércz melylyel azután az összehasonlítást végezte Nord-Carolinából származó uráninit volt. Szerinte minden grammnyi urántartalomra 0.000,000,038 g rádium esik, a mi körülbelül a fele a Boltwood-féle adatnak.

E szerint egy tonna hatvan százalé-

kos uránércz 20 cg rádiumot = 35 cg rádiumbromidot tartalmazna, a mi a gyakorlatilag talált eredménnyel elég jó összhangban van.

Ha azonban ez az arány valóban megvan, s az összes uránérczekre nézve egyaránt érvényes, akkor ez azt bizonyítaná, hogy az ősatomokból az urániumnak az összes mennyisége egy időben keletkezett.

Soddy szerint ugyanis a rádium az urániumnak folyton növekvő bomlásterméke.

DR. SILÁRD BÉLA.

---

Vége a XXXVII. kötet Pótfüzeteinek.

---

